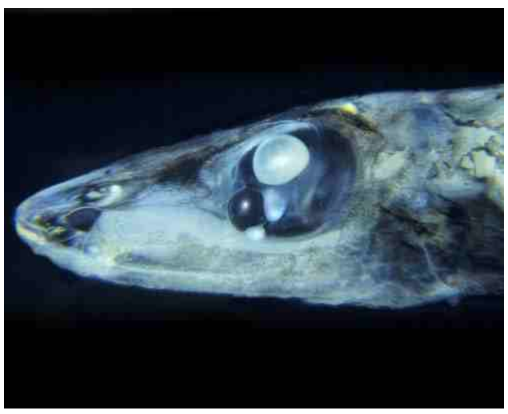
الأدلة على صحة التطور

أعظم العروض على الأرض















تأليف: د. ريتشارد دوكنز أستاذ البيولوجي بجامعة أوكسفورد

ترجمة: لؤي عشري

العنوان الأصلي للكتاب:

The Greatest Show on The Earth- The Evidence for Evolution

المؤلف:

Dr. Richard Dawkins

الناشر:

FREE PRESS, A Division of Simon & Schuster, Inc., 1230 Avenue of the America, New York, NY 10020

Originally published in Great Britain in 2009, by Bantam Press an imprint of Transworld Publishers

للتواصل مع المترجم لؤي عشري: rahebelm@yahoo.com

إهداء المؤلف

For Josh Timonen

المقدمة

الأدلة على التطور البيولوجيّ تزداد بمرور الوقت، ولم تكن أقوى من الآن قط. في نفس الوقت_وعلى النقيض_فإن المعارضة الغير مبنية على المعلومات العلمية أيضاً أقوى من أي فترة أتذكرها. وهذا الكتاب هو إيجازي الشخصي للأدلة على أن (نظرية) التطور هي (حقيقة علمية)، غير قابلة للجدل علمياً كأي حقيقة أخرى في العلم.

إنه ليس أول كتاب أكتبه عن التطور، وإني أحتاج لتوضيح ما المختلف فيه عنهم. يمكن وصفه بحلقتي المفقودة. فكتابايَّ (الجين الأناني) و(نمط الصفات الممتد) يقدمان رؤية غير مألوفة للنظرية المألوفة للانتخاب الطبيعي، لكنها لا يناقشان الأدلة على التطور نفسها. كتبي الثلاثة التي تلتهما_بطرقها المختلفة_سعت للتعرف على التطور وإزالة عوائق الفهم. هذه الكتب هي: (صانع الساعات الأعمى)، و (نهرٌ خارجٌ من عَدَن)، وكتابي المفضل من بين الثلاثة (تسلق جبل المستحيل)، مجيباً على أسئلة مثل: "ما فائدة نصف عين؟" و "ما فائدة نصف جناح؟" و"كيف يقدر الانتخاب الطبيعي على العمل، مسلِّمين بأن معظم الطفرات الوراثية سلبية التأثيرات (ممرِضة)؟". أقول مرة أخرى، رغم أن هذه الكتب الثلاث تزيل الحواجز المعيقة عن الفهم، فهي لا تقدم الأدلة الفعلية على كون التطور هو حقيقة علمية. أما أكبر كتبي (تتبع أسلاف الكائنات) فيعرض سياقاً كاملاً لتاريخ الحياة، كرحلة حجٍ لالتماس الأسلاف البيولوجية عائدةً بالزمن إلى الخلف، لكنها مجدداً تفترض أن التطور حقيقة.

بالرجوع إلى هذه الكتب، أدركتُ أن الأدلة على التطور نفسها لم يُخَض فيها بوضوحٍ في أي موضع، وأن هذه كانت فجوة عميقة أحتاج لغلقها. بدا العام ٢٠٠٩ كوقتٍ مناسب، فهو الذكرى المئوية الثانية لميلاد العالِم تشارلز دارْوِن، والذكرى المئة والخمسون لكتابه (عن أصل الأنواع). ليس من المفاجئ أن نفس الفكرة حدثت للآخرين، وكانت السنة حافلة بعدد من الكتب المتميزة، أجدرهم بالذكر كتاب Jerry A. Coyne (لماذا التطور حقيقة)[1].

عنوان العمل الذي قدمه وكيل أعمالي الأدبي John Brockman المتبصر المجتهد للناشرين كان (أهو مجرد نظرية). اتضح لاحقاً أن Kenneth Miller قد سبق فعلياً في أخذ ذلك العنوان لكتابه الذي هو تعليق على واحدة من تلك المحاكمات الجديرة بالملاحظة التي أحياناً ما تقرر فيها المناهج العلمية (محاكمة لعب هو فيها دوراً بطولياً). على أية حال، فقد كنتُ دوماً أرتاب في صلاحية هذا العنوان لكتابي، وكنت استعددت لتركه عندما وجدت العنوان المثالي يكمن على رفٍ آخر تماماً. فمنذ بضع سنواتٍ، بعث لي أحد مريديَّ الطيبين تيشيرتاً عليه شعار: (التطور، أعظم عرض على الأرض، اللعبة الوحيدة في المدينة)، من وقتٍ إلى آخر كنت ألبسه لأعطي محاضرة بذلك العنوان، وفجأة أدركت أنه مثاليّ لهذا الكتاب، حتى لو كان_في مجمله_طويلاً جداً. اختصرته إلى (أعظم عرض على الأرض)، أما عنوان (أهو مجرد نظرية) _مع علامة استفهام وقائية للاحتراز من الاقتباسات المغرضة للخلقيين_ فيكون مناسباً كعنوانٍ للفصل الأول.

---

[1] انظر ترجمتي العربية له تحت عنوان (لماذا النشوء والتطور حقيقة).

لقد سوعدتُ بطرق متعددة من ناس كثيرين، مـن ضـمنهم Michael Yudkin, Richard Lenski, GeorgeOster, Caroline Pond, Henri D. Grissino-Mayer, Jonathan Hodgkin, Matt Ridley, Peter Holland, WalterJoyce, Yan Wong, Will Atkinson, Latha Menon, Christopher Graham, Paula Kirby, Lisa Bauer, Owen Selly, Victor Flynn, Karen Owens, John Endler, Iain Douglas-Hamilton, Sheila Lee, Phil Lord, Christine DeBlase and Rand Russell. Sally Gaminara and Hilary Redmon ،وفِرَقهم في بريطانيا وأمِركا على التوالي، كانوا مساندين ومتمكنين على نحوٍ رائع. في ثلاث مراتٍ بينما كان الكتاب يمضي في المراحل النهائية للإنتاج، كانت تُعلَن اكتشافات جديدة مثيرة في الآداب العلمية المنشورة، وفي كل مرة كنـت أسـأل بحيـاءٍ إن كانـت إجـرآات النشر المنظمة والمعقدة قد تتضرر بإضافة المكتشَف الجديد. في كل هذه المرات_بعيداً عن التذمر في مثل تلك المواقف المخربة في اللحظات الأخيرة، كما سيفعل أي ناشر عادي_ وافـق Sally and Hilary علـى الاقـتراح بحمـاس مـبهج وحركـا الجبـال لتحقيـق ذلـك. بالمثـل متحمساً ومساعداً مساوياً كان Gillian Somerscales الذي حرر وراجع الكتاب بذكاء أدبي وحساسية.

زوجتي مرة أخرى Lalla Ward has كانت في هذا العمل ساندتني بتشجيع لا يكل، ونقدٍ أسلوبيّ مفيد، واقتراحـات أسـلوبية متميـزة. كان الكتاب قد نمت فكرته في ذهني وبـدأت فيـه خـلال آخـر شـهوري في منصـب الأسـتاذية الـذي يحمـل اسـم Charles Simonyi، واستُكمِل بعدما تقاعدت. في نهاية أستاذيتي، أود الإشارة إلى أنه قد مر أربعة عشر عاماً ألفتُ فيها سبعة كتب بعد لقائنا الهـام الأول. أود مرة أخرى أن أعبّر عن تقديري الممتن لـ Charles . وتشاركني زوجتي Lalla الأمل بدوام صداقتنا.

هـذا الكتـاب مهـدى إلى Josh Timonen، مـع الشـكر لـه وللفريـق الصـغير المتكـرس الـذي عمـل معـه في الأول لإنشـاء مـوقعي RichardDawkins.net. إن الشبكة العالمية الإنترنت تعرف Josh كمصمم مواقع ملهَم، لكن هذا مجرد القمة المستدقة من جبـل جليـدي مدهش. إن موهبة Josh الخلاقة تجري فيه بعمق. لكن تصوير الجبل الجليـدي لا يوضـح السـعة متعـددة المواهـب لإسـهاماته لمسـعانا المشترك، ولا مزاجه المرح الدافئ الذي يؤديها به.

الفصل الأول: أهو مجرد نظرية؟

تخيل أنك أستاذ للتاريخ الروماني واللغة اللاتينية، تواقاً لنشر حماسك للعالم القديم، ولأشعار أوفِيد الرثائية وقصائد هوراك الغنائية، والتنظيم القوي للنحو اللاتيني كما يظهر في خطب شيشرو[ن]، والتفاصيل الاستيراتيجية للحروب القرطاجية، ورئاسة يوليوس قيصر والتجاوزات الشهوانية لآخر الأباطرة. تلك لتكون مهمة ضخمة وتستغرق أمداً، وتركيزاً وتفانياً. علاوة على ذلك تجد أن وقتك الثمين يضيع باستمرار، وانتباه فصلك ملهيّ بزمرة نابحة من الجهلة، الذين_بدعم سياسي وخاصة دعم مالي_يسعون بلا توقف محاولين إقناع غير المحظوظين أن شعب الرومان لم يوجد قط. وأنه لم تكن هناك امبراطورية رومانية. وأن العالم كله جاء إلى الوجود فقط فيما وراء ذاكرة الأحياء. وأن اللغات كالإسبانية والإيطالية والفرنسية والبرتغالية والإنجليزية وغيرهم، كل هذه اللغات الأوربية ولهجاتها التأسيسية انبثقت عفوياً ومنفصلة إلى الوجود، ولا تدين لأي سلفٍ كاللغة اللاتينية. وبدلاً من تكريس كامل انتباهك إلى المهمة النبيلة كأستاذ كلاسيكيات ومعلم، ستُجبَر على تحويل وقتك وطاقتك للدفاع المتقهقر عن مسألة كون الرومان قد وُجِدوا من الأساس: دفاع ضد عرض للتحيز الجاهل، والذي سيجعلك تبكي إن لم تكن مشغولاً جداً بمكافحته.

إن كان افتراضي التخيلي لمثال أستاذ اللاتينية يبدو صعب المراس، فهاكَ مثالاً أكثر واقعية: تخيل أنك أستاذ للتاريخ الأكثر معاصرة، وأن دروسك عن أورُبا بالقرن العشرين تُقاطَع أو تُحفى (تقاطع وتضايَق بالأسئلة) أو تعطل، من قِبَل جماعات قوية سياسياً من منكري الهولوكوست (المحرقة النازية لليهود) منظمة ومدعومة مالياً بشكل قويّ. بخلاف منكري الرومان الافتراضيين لديَّ، فمنكرو الهولوكوست يوجدون فعلاً. هم لهم صوت وقد يُصدَّقون ظاهرياً، وخبراء في التظاهر بالتثقف. هم مدعومون برئيس واحدة على الأقل من الدول القوية، ويتضمنون أسقفاً على الأقل من الكنيسة الكاثولكية الرومانية. تخيل ذلك_كأستاذٍ للتاريخ الأورُبيّ_تُواجَه باستمرار بمطالبات عدائية بـ (تدريس الخلاف)، وإعطاء (وقتٍ مساوٍ) للـ(النظرية البديلة) بأن الهولوكوست لم يحدث قط بل لُقِّنَ من قِبَل مجموعة من الملفقين الصهيونيين. بشكل مطابق فإن المنطقين النسبيين (القائلين بنسبية الحقيقة) يتوافقون على الإصرار على عدم وجود حقيقة مطلقة: ما إذا كان الهولوكوست قد حدث هو مسألة اعتقاد شخصي، كلا الرأيين صالحان بالتساوي ويجب أن (يُحترَما) بالتساوي.

إن حالة الكثير من مدرسي العلوم اليوم ليست بأقل كآبةً. فعندما يحاولون شرح المبدأ الرئيسي والمرشد في عِلم الأحياء، عندما بأمانة يضعون عالَمَ الأحياء في سياقه التاريخي، الذي يعني التطور، عندما يسبرون ويشرحون طبيعة الحياة نفسها، فإنهم يضايَقون ويُحبَطون، يُتشاجَر معهم ويُتذمَّر، لدرجة أن يُهدَّدوا بفقد وظائفهم. على أقل تقدير فوقتهم يُضيَّع في كل دورة تعليمية. من المرجح أن يتلقوا رسائل تهديد من آباء، وعليهم تحمل الابتسامات التهكمية والأذرع المكتوفة أمام صدور الأطفال مغسولي الأدمغة. إنهم يُزَوَّدون بنصوص كتب دراسية موافَق عليها من الحكومة محذوف منها بمنهجيةٍ كلمة (التطور)، أو معدلة إلى (التغير عبر الوقت). لقد كنا سابقاً نحاول السخرية من هذا النوع من نزع الفكرة كظاهرة أمِركية غريبة. يواجه المعلمون في بريطانيا وأورُبا اليوم نفس المشاكل، جزئياً

بسببِ تأثيرٍ أمِركيّ، لكن بصورة أكثر أهمية بسبب الحضور الإسلامي المتنامي في الفصول. مغرى بالتعهد الرسمي بـ(التعددية الثقافية) وخشية أن يُعتقَد أنهم عنصريون.

إنه بصورة متكررة،وصحيحة، قيل أن رجال الدين الأعلى مقاماً واللاهوتيين ليس لديهم مشكلة مع التطور البيولوجي، وفي حالات كثيرة ساندوا العلماءَ بفاعلية في هذا الشأن. هذا صحيح معظمَ الأحيان، كما أعلم من الخبرات المتوافقة للتعاون مع أسقف أوكسفورد، عضو مجلس اللوردات حالياً Harries، في مناسبتين منفصلتين. في عام ٢٠٠٤ كتبنا سوياً مقالاً في The Sunday Times كانت كلماته الختامية: "في الزمن الحاضر لم يعد هناك شيء للجدل بشأنه. إن التطور حقيقة، و_من منظور ديني مسيحي_واحد من أعظم أعمال الله." الفقرة الأخيرة كتبها Richard Harries ، لكننا نتفق بصدد كل بقية مقالنا. منذ سنتين سابقتين أنشأ الأسقف Harries وأنا رسالة مشتركة إلى رئيس الوزراء في ذلك الوقت، توني بلير، والتي كانت كالتالي:

العزيز رئيس الوزراء

كتبنا كمجموعة من العلماء والأساقفة للتعبير عن قلقنا بصدد تعليم العلوم في كلية Emmanuel City Technology College in Gateshead.

إن التطور نظرية علمية ذات قوة تفسيرية عظيمة، يمكن رؤيتها في مدى عريض من الظواهر في عدد من فروع العلم. يمكن تكرارها، وتأكيدها، وحتى جوهرياً تعديل تفاصيلها بالالتفات إلى الأدلة. إنها ليست_كما يدافع متحدث باسم تلك الكلية_"موقف إيمان" في نفس الطبقة مع القصة التوراتية عن الخلق التي لها وظيفة وهدف مختلفين.

هذه القضية تمتد أوسعَ مما يُدرَّس حالياً في إحدى الكليات. فهناك قلق متنامٍ بصدد ما سوف يُدرَّس وكيف سيُدرَّس في الجيل الجديد من المدارس الدينية المقترحة. إننا نعتقد أن المناهج الدراسية في مدارس كتلك، ككلية Emmanuel City Technology College ، تحتاج إلى الرقابة بصرامة لكي تحترم على نحوٍ لائق أفرع كلٍ من الدراسات العلمية والدينية.

بإخلاص

The Rt Revd Richard Harries, Bishop of Oxford; Sir David Attenborough FRS; The Rt Revd Christopher Herbert, Bishop of St Albans; Lord May of Oxford, President of the Royal Society; Professor John Enderby FRS, Physical Secretary, Royal Society; The Rt Revd John Oliver, Bishop of Hereford; The Rt Revd Mark Santer, Bishop of Birmingham; Sir Neil Chalmers, Director, Natural History Museum; The Rt Revd Thomas Butler, Bishop of Southwark; Sir Martin Rees FRS, Astronomer Royal; The Rt Revd Kenneth Stevenson, Bishop of Portsmouth; Professor Patrick Bateson FRS, Biological Secretary, Royal Society; The Rt Revd Crispian Hollis, Roman Catholic Bishop of Portsmouth; Sir Richard Southwood FRS; Sir Francis Graham-Smith FRS, Past Physical Secretary, Royal Society; Professor Richard Dawkins FRS

الأسقف Harries وأنا نظمنا هذه الرسالة بعجلة. بقدر ما أتذكر فإن الموقعين على الرسالة مَنحوا سلطةً شرعية بنسبة مئة في المئة لما اقترحناه. لم يكن ثمة عدم موافقة سواء من العلماء ولا الأساقفة.

إن رئيس أسقفة كانتبري Canterbury ليس لديه مشكلة مع التطور، ولا بابا روما (متغاضين عن التردد العارض بشأن علم الوجود القديم وفكرة روح الإنسان)، ولا القساوسة المثقفين وأساتذة اللاهوت. هذا كتاب عن الأدلة اليقينية على أن التطور حقيقة علمية. إنه ليس يقصد إلى أن يكون كتاباً ضد الفكر الدينيّ، فلقد قمتُ بهذا من قبل، فهذا قميصٌ آخر، ليس هذا هو مكان لبسي له مجدداً. فإن كثرة من الأساقفة واللاهوتيين الذين أصغوا إلى الأدلة على التطور قد أقلعوا عن الصراع ضدها. بعضهم على مضض، وبعضهم_كالأسقف Richard Harries_ بحماس. لكن الجميع_عدا غير المطلعين علمياً على نحو تعيس_مضطرون لقبول حقيقة التطور. ربما يعتقدون أن الله كان له يد في بدء عملية التطور. وربما لم يُبْقِ يده في قيادة تقدمها المستقبلي. ربما يعتقدون أن الله أدار ذراع تشغيل الكون في البدء، وأتم استيلاده بمجموعة متناسقة من القوانين والثوابت الفيزيائية مُتعمَّدةً لتحقيق غاية غامضة نلعب في آخر الأمر دوراً فيها. لكن_سواء بكراهة في بعض الحالات، بسعادة في أخرى_فإن المفكرين والعقلانيين من رجال الكنيسة ونسائها يقبلون الأدلة على التطور.[1]

ما لا يجب أن نفعله هو أن نفترض برضا_بما أن الأساقفة ورجال الدين المثقفين يقبلون التطور_أنه كذلك يفعل مجموع أتباعهم. فيا للحسرة_كما دعمت بالوثائق في ذيل الكتاب_فهناك برهان مسهب من استبيانات الرأي أن أكثر من أربعين بالمئة من الأمِركيين ينكرون أن البشر قد تطوروا من حيوانات أخرى، ويعتقدون أننا_ويتضمن ذلك كل أشكال الحياة_خُلِقنا من قِبَل الربِّ منذ العشرة آلاف سنة الأخيرة. النسبة ليست بمثل هذا الارتفاع في بريطانيا، لكنها تظل كبيرة على نحوٍ مقلق. ويجب أن يكون هذا مقلقاً للكنائس كما للعلماء. هذا الكتاب ضروريّ. سوف أستعمل لقب (منكري التاريخ) لأن هؤلاء الناس الذين ينكرون التطور _المعتقدين أن عمر العالم يُقاس بآلاف السنوات بدلاً من آلاف الملايين من السنوات، والمعتقدين أن البشر قد عاشوا مع الديناصورات_للتكرار: هم يشكلون أكثر من أربعين بالمئة من مجموع السكان الأمِركيين. تختلف نسب هؤلاء فتزداد في بعض البلدان، وتقل في أخرى، لكن نسبة الأربعين بالمئة _بالنسبة للعالم الغربي_هي متوسط جيد، وسوف أشير من وقت إلى آخر إلى منكري التاريخ بـ"الأربعون بالمئويون".

بالعودة إلى الأساقفة واللاهوتيين المستنيرين، لكان سيكون لطيفاً لو أنهم قاموا بجهد أكثر قليلاً في مكافحة اللاعقلانية المضادة للعلم التي يأسَوْن لها. فإن الكثرة الكاثرة من الوعاظ_بينما يتفقون على أن التطور حقيقة وآدم وحواء لم يوجدا قط_يمضون بسعادة إلى المنابر ويشيرون إلى بعض النقاط الأخلاقية واللاهوتية في قصة آدم وحواء في مواعظهم دون إشارة واحدة_طبعاً_إلى أن آدم وحواء لم يوجدا في الحقيقة قط! ولو تم تحديهم، فسوف يحتجون بأنهم يقصدون معنى (رمزيّاً) صرفاً، ربما شيئاً له علاقة بـ(الخطيئة الأصلية)، أو فضيلة البراءة. وربما يضيفون بقسوة أن_بوضوح_لا أحد سيكون غبياً بحيث يأخذ كلامهم حرفياً. لكن أيعرف أتباعهم ذلك؟ فكيف يُفترَض بالشخص على مقصورة الكنيسة_أو سجادة الصلاة_أن يعرف أي أجزاء من الكتاب المقدس تؤخذ حرفياً، وأيها رمزياً؟ أمن السهولة جداً على متردد على الكنيسة غير مثقف أن يخمن؟ في الكثير من الحالات فإن الإجابة بجلاء هي لا، وأي شخص يمكن أن يُغفَر له شعوره بالحيرة. إن كنتَ لا تصدقني فانظر إلى الملحق.

[1] ولدينا في العالم العربي شخصيات دينية كثيرة اعترفت بالتطور منها عبد الصبور شاهين بكتابه أبي آدم والشيخ عدنان إبراهيم وغيرهما. وإن إخوان الصفا في رسائلهم وابن رشد مثلا في شرح رسالة النفس ومحمد بن مسكويه في كتاب تهذيب الأخلاق وتطهير الأعراق يبدو عندهم طيف فكرة التطور الحيوي.

تفكر في هذا أيها الأسقف، كن حريصاً أيها القس. إنك تلعب بالديناميت. تدور حول إساءة الفهم منتظرة الحدوث. حتى يمكن للمرء القول متجهة للحدوث إن لم تًواجَه بالإجراآت المسبَقة. ألا يتوجب أن تحرص أكثر_عندما تتحدث للعوام_لتجعل كلمتك نعم هي نعم، وكلمتك كلا هي كلا (متى ٥: ٣٧) كيلا تقعوا في الإدانة، ألا يجب أن تدع سبيلك هذا لتكافح سوء الفهم ذلك المنتشر بإفراط لدى العامة وتمنح مساندة فعالة ومتحمسة للعلماء ومدرسي العلوم؟

إن منكري التاريخ أنفسهم بين من أسعى لإيصال هذا الكتاب لهم. لكن_ربما أكثر أهمية_أني أطمح إلى تسليح الذين ليسوا منكري التاريخ بل يعرفون بعض المعلومات_ربما أفراد في أسرة او كنيسة_ويجدون أنفسهم غير مستعدين بشكل كافٍ للجدل في القضية.

التطور حقيقة علمية. فوق التشكك المنطقي، فوق الشك التقويّ، فوق كل شك فالتطور حقيقة علمية. إن الأدلة على التطور هي على أقل تقدير بنفس قوة الأدلة على الهولوكوست، متساوية مع شهود العيان على الهولوكوست. إنها لحقيقة علمية واضحة أننا أقارب وراثياً للشيمبانزي، وأقارب أبعد نوعاً ما لباقي أنواع القرود، وأقارب أكثر بعداً لآكلي النمل وأبقار البحر، وأقارب أكثر بعداً بعدُ للموز واللفت.....استمر في القائمة كما تشاء. لم يكن الناس قديماً يعلمون أنها حقيقة علمية، فهي ليست ذاتية الدليل، بعبارة أخرى: واضحة كحقيقة علمية دون الأدلة العلمية المعاصرة، ولقد كان هناك زمن اعتقد معظم الناس فيه_حتى المثقفون_أنها ليست كذلك. إنها لم يُعتقَد بها في القديم كحقيقة علمية، لكنها كذلك. إننا نعلم هذا في الزمن الحاضر بسبب الفيض الهائل من الأدلة المؤيدة له. التطور حقيقة علمية، وهذا الكتاب سوف يبرهن عليها. لا يوجد عالم محترم يجادل بشأنها، ولا قارئ منصف بعدما يغلق هذا الكتاب سيشك بشأنها.

لماذا_إذن_نتكلم عن "نظرية دارْوِن عن التطور"، التي بها_فيما يبدو_نعطي راحة زائفة لمعتقدي الخلق، منكري التاريخ، أو الأربعين بالمئويين، الذين يحسبون أن كلمة "نظرية" هي تنازل، معطيةً إياهم شعوراً بالمنحة أو النصر؟

ما هي النظرية؟ وما هي الحقيقة؟

أهي مجرد نظرية؟ فلننظر إلى ما تعنيه كلمة "نظرية". يعطي قاموس أكسفورد The Oxford English Dictionary للغة الإنجليزية معنيين (حقيقةً هم أكثر، لكن هذين هما الهامان هنا).

النظرية، المعنى١: مخطط أو منظومة من الأفكار أو الجمل تُعتبَر تفسيراً أو سبباً لمجموعة من الحقائق أو الظواهر، فرضية قد أُكِّدتْ أو أُثْبِتَتْ بالملاحظة أو الخبرة، وتُقتَرَح أو تُقبَل كتعليل للحقائق المعلومة، جملةٌ لما يُعتبَر قوانين عامة، مبادئ، أو أسباب لشيء معروف أو مُلاحَظ.

النظرية، المعنى٢: فرضية تُقترَح كتفسير، لذا فهي محض فرض، تخمين، حدس، فكرة أو مجموعة أفكار حول شيء، رأي أو انطباع فردي.

من الواضح أن المعنيين مختلفان تمام الاختلاف عن بعضهما. والإجابة المختصرة لسؤالي عن نظرية التطور هو أن العلماء يستخدمون المعنى١، بينما الخلقيون_ربما تعمداً للتلاعب وربما عن صدق_يختارون المعنى٢. مثال جيد على المعنى١ هو نظرية مركزية الشمس في المجموعة الشمسية، أي نظرية أن الأرض والكواكب الأخرى تدور حول الشمس. التطور يلائم المعنى بشكل مثالي. فنظرية دارْوِن للتطور هي بالفعل (مخطط أو منظومة من الأفكار أو الجمل). هي فعلاً سبب لمجموعة ضخمة من (الحقائق أو الظواهر). هي (فرضية قد أُكِّدَتْ أو أُثبِتت بالملاحظة أو الخبرة) و_بالموافقة القائمة على المعلومات عموماً_فهي (جملة لما يُعتبَر قوانين عامة، مبادئ، أو أسباب لشيء معروف أو ملاحظ). إنها بلا ريب أبعد ما تكون عن (محض نظرية، تخمين، حدس). إن العلماء والخلقيين يفهمون كلمة (نظرية) بمعنيين مختلفين جداً. إن التطور نظرية بنفس المعنى لنظرية مركزية الشمس. أيضاً في تلك الحال لا يجب أن تُستعمَل كلمة (مجرد)، كما في عبارة (مجرد نظرية).

أما بالنسبة إلى الادعاء أن التطور لم يُثبَتْ قط، فإنه جدل على أساس أن العلماء يرتعبون من الارتياب. حيث يخبرنا فلاسفةٌ نافذو التأثير أننا لا يمكننا إثبات أي شيء في العلوم. وأن علماء الرياضيات فقط يمكنهم إثبات أشياء_وذلك وفقاً لأحد الآراء بشكل حصري ضيق_فهم فقط من يمكنهم هذا. لكن أفضل جهود العلماء تخفق في البرهنة على أو دحض أي شيء بينما تجدر الإشارة إلى محاولاتهم المجاهدة. حتى النظرية الغير مُجادَل بشأنها أن القمر أصغر من الشمس. لا يمكن_وفقاً لقناعة نوع معين من الفلاسفة_أن تُثبَت بنفس الطريقة التي يمكن بها إثبات نظرية فيثاغورس على سبيل المثال. لكن الازدياد الهائل للأدلة يدعمها بقوة شديدة. بحيث أن إنكارها يجعل من مكانة الحقيقة تبدو سخيفةً للجميع عدا المتحذلقين. بالمِثل هذا صحيح بالنسبة إلى التطور. التطور هو حقيقةٌ بنفس المعنى عندما نؤكد وجود باريس في منتصف الكرة الأرضية الشماليّ. حتى لو كان مخضرمو علم المنطق والكلام يسيطرون على تلك المدينة[1]. بعض النظريات فوق الشك المحسوس، وندعوها حقائق. كلما حاولتَ بنشاط واجتهاد دحض نظرية_في حين أنها تصمد أمام الهجوم_اقتربت إلى حدٍ كبير مما يدعوه الحس المشترك حقيقة بتلقائية.

يمكنني الاستمرار في استعمال (النظرية معنى١) و (النظرية معنى٢) لكن الأرقام غير هامة. إني أحتاج كلمات بديلة. نحن لدينا من قبل كلمة جيدة لـ (النظرية معنى٢) هي (فرضية). يفهم كل امرئ أن الفرضية هي فكرة تجريبية تنتظر الإثبات أو الدحض، ونظرية التطور هي بدقة قد تخلصت من التجريبية الآن، رغم أنها كانت مُجادَلاً ضدها في زمن دارْوِن. النظرية (معنى١) أكثر صلابةً. سيكون لطيفاً المضي_ببساطة_في استعمال لفظ (نظرية)، كما لو أن (المعنى٢) لم يوجد قط. في الواقع يمكن عمل حجة جيدة لكون المعنى٢ يجب ألا يوجد، لأنه مشوِّش وغير ضروري، مسلِّمين بأن لدينا مصطلح (فرضية). للأسف فإن المعنى٢ ل(نظرية) في الاستعمال العمومي المشترك ولا يمكننا حظره بأمر. لذا سأُقدِم على أخذ اللفظ الجديد بالاعتبار_ولكن بشكل متساهل_مقتبساً إياه بحرية من علم الرياضيات وهو كلمة (Theorem) [النظرية الرياضية] للمعنى١. إنه في الحقيقة اقتباس غير سليم كما نرى، لكني أعتقد أن خطر التشوش ترجُحه الفائدةُ. وكإيماءة استرضاء نحو علماء الرياضيات المستشعرين بالإهانة، سأغير تهجئتي إلى (Theorum)[2]

---

[1] ليس هذا سطري المفضل في هذا الكتاب، لكنه جدل ملائم لتلك الحالة.

[2] لأجل اللياقة تُنطَق هكذا أيضاً.

بدايةً فلأوضحْ الاستعمالَ الرياضي الدقيق لـ(Theorem)، بينما في نفس الوقت أوضّح جملتي السابقة، القائلة بصرامة: الرياضيون فقط يجوز لهم إثبات أي شيء (المحامون طموحون مساوون لا يُستهان بهم أيضاً).

بالنسبة لرياضيّ، فالإثبات هو برهان منطقي أن النتيجة تأتي بالضرورة من البديهيات المُسلَّم بها. فنظرية فيثاغورس صحيحة بالضرورة، شريطة فقط أننا نُسلِّم بالبديهيات الإقليدسية. مثل حقيقة أن الخطين المستقيمين المتوازيين لا يلتقيان أبداً. إنك تضيع وقتك إذ تقيس آلاف المثلثات قائمة الزاوية، محاولاً إيجاد أحدهم يدحض نظرية فيثاغورس. إن الفيثاغورسيين يبرهنون عليها، كل امرئٍ يمكنه العمل بناءً على البرهان، إنها صحيحة فحسب وهذا هو ما عليه الأمر.

يستخدم الرياضيون فكرة البرهان لعمل فارق بين الحدس والنظرية Theorem، والتي تحمل شبهاً ظاهرياً لتفريق قاموس أوكسفورد بين معنيي كلمة نظرية Theory. أما الحدس فهو افتراض يبدو صحيحاً لكن لم يُثبَت بعدُ. سيصير a theorem عندما يُثبَت. المثال الشهير على هذا هو حدس جولدباخ Goldbach، والذي ينص على أن كل عدد صحيح زوجيّ يمكن أن يُعبَّر عنه بمجموع عددين أوليين. لقد أخفق الرياضيون في دحضها بصدد كل الأعداد الزوجية وصولاً إلى ٣٠٠ مليون مليون مليون، والحس العمومي يدعوها بتلقائية حقيقة جولدباخ. ومع ذلك فإنها لم تُثبَت قط بشكل تام رغم الجوائز المربحة المعروضة لهذه المهمة. يرفض الرياضيون بشكل صحيح وضعها كفرضية لم تُثبَتْ بعد. لو وجد أيُّ امرئ برهاناً فسوف يرتقي من حدس جولدباخ إلى نظرية جولدباخ، أو ربما نظرية س حيث س هو العالم الرياضي الذكي الذي يجد البرهان.

قام كارل ساجان برد تهكميّ سريع_مستخدماً حدس جولدباخ_رداً على الأفراد الذين يدَّعون اختطافهم من قِبَل كائنات فضائية:

‘أحياناً، أتلقى رسالةً من شخص "على اتصال" بالفضائيين. لقد دعوني لـ"سؤالهم عن أي شيء". ولذا على مر السنين قد أعددتُ قائمةً صغيرة من الأسئلة. الفضائيون متقدمون، كما تتذكر. لذا اسأل أشياء مثل: (لو سمحتَ قدم برهاناً قصيراً على نظرية Fermat الرياضية الأخيرة. أو حدس جولدباخ....لم أحصل قط على إجابة. أي شيء غامض_خاصةً ما يتضمن أحكاماً اخلاقية مألوفة_يَسعد هؤلاء الفضائيون للغاية بالإجابة عليه. لكن على أي شيء دقيق، حيث تكون هناك فرصة لاكتشاف إن كانوا حقيقةً يعرفون أي شيء فوق ما يعرفه معظم البشر، لا يكون هناك سوى الصمت.’

نظرية Fermat الأخيرة_مثل حدس جولدباخ_هي فرضية من الأرقام لم يجد عليها أحدٌ استثناءً. البرهنة عليها كان بالنسبة لعلماء الرياضيات كمهمة البحث عن الكأس المقدسة الأسطورية منذ عام ١٦٣٧، عندما كتبَ Pierre de Fermat على هامش كتاب رياضيات قديم: "لدي برهان رائع حقاً...والذي هذا الهامش ضيق جداً عن أن يحتويه". لقد أُثبَتَ آخر الأمر من قِبَل العالم الرياضيّ Andrew Wiles في عام ١٩٩٥. قبل ذلك، اعتقد بعض الرياضيين أنه يجب أن يُسمَّى حدساً. مسلِّمين بطول وتعقيد برهان Wiles الناجح، واعتماده على طرق ومعارف القرن العشرين المتقدمة، يعتقد معظم الرياضيين أن Fermat كان (بأمانة) مخطئاً في زعمه أنه قد بَرهنَ عليها. أحكي القصة فقط لأوضح بالمثال الفرق بين الحدس والنظرية الرياضية.

كما قلتُ، سأستمر في اقتباس اللفظة الرياضية Theorem، لكن سأتهجؤها Theorum للتفرقة بينها وبين النظرية الرياضية. نظرية علمية كالتطور أو مركزية الشمس للمجموعة هي نظرية تتطابق مع المعنى١ في قاموس أوكسفورد.

النظرية العلمية لا تُبرهَن_ولايمكن_بالطريقة التي تُبرهَن بها النظرية الرياضية. لكن الحس العام يتعامل معها كحقيقة بنفس الحس بأن (نظرية) استدارة الأرض وعدم تسطحها هي حقيقة، ونظرية حصول النباتات الخضراء على الطاقة من الشمس صحيحة. جميع النظريات العلمية_مدعومةً بكميات هائلة من الأدلة_تُقبَل من كل الملاحظين المزوَّدين بالمعلومات، حقائق غير قابلة للجدل كما في المعنى المألوف لكلمة حقيقة. ككل الحقائق_إن كنا سنصير متحذلقين_فإنه احتمال لا يمكن إنكاره أن وسائل قياسنا، وأعضاء الإحساس التي نقرؤها بها، ضحايا لخدعة كبيرة. كما قال برتراند راسِل الفيلسوف فرضاً: "ربما كنا كلنا جئنا إلى الوجود منذ خمس دقائق، مزودين بذكريات جاهزة، مع ثقوب في جواربنا وشعر يحتاج إلى القص". مسلِّمين بأن متوفرة الآن للتطور، لكي يكون أي شيء آخر عدا حقيقةً تنطوي على خدعةِ ثقةٍ من قِبَل الخالق، وهو شيءٌ سيتمنى قليل من المؤمنين لو يعتقدون به.

حان الآن الوقت لبحث تعريف القاموس لـ(الحقيقة). هاهنا ما يقوله قاموس أوكسفورد (مجدداً هناك عدة تعريفات، لكن هذا هو المتصل بالموضوع):

الحقيقة: شيء قد حدث فعلاً أو هو الحالة حقاً. شيءٌ يُعلَم أن له هذه الصفة. من هنا، فإن الحقيقة الدقيقة تُعرَف بالملاحظة الفعلية أو الشهادة الموثوق بها، بالتعارض مع ما هو مجرد استنتاج فحسب، أو حدس أو تخيل، فهي معطيات التجربة، وكذلك النتائج التي قد تُبنى على تلك التجربة.

نلاحظ أن الحقيقة_كنظرية علمية_في هذا المعنى ليس لديها نفس الحالة الصارمة كنظرية رياضية مبرهنة، والتي تنجم على نحو حتميّ عن مجموعة من البديهيات المُسلَّم بها. علاوةً على هذا، فإن (الملاحظة الفعلية أو الشهادة الموثوق بها) يمكنها أن تكون قابلةً للخطأ بشكلٍ رهيب، وإنه يُبالَغ في تقديرها في المحاكم.

فلقد أعطتنا تجارب علم النفس بعض البراهين المذهلة، والتي ينبغي أن تُقلقَ أيَّ قاضٍ ميال إلى تقدير وزن كبير فائق لدليل (شهود العيان). مثال مشهور قد أعده البروفيسور Daniel J. Simons بجامعة University of Illionois. تم تصوير ستة شباب واقفين في حلقة يتقاذفون كرتي سلة بين بعضهم البعض لخمس وعشرين دقيقة. ونحن_خاضعين للتجربة_شاهدنا الفيلم. تنقل اللاعبون جيئةً وذهاباً في الحلقة وغيروا الأماكن بينما كانوا يمرون ويضربون الكرات. لذا فالمنظر كان معقداً بفاعلية تماماً. قبل مشاهدتنا للفيلم، أُخبرنا أن لدينا مهمة للقيام بها واختبار قوى ملاحظتنا. كان علينا أن نحصي الرقم الكليّ للمرات التي مُرِّرَت فيها الكرتين من شخص إلى آخر. في نهاية التجربة، سُجِّلَت الإحصاآت في حينها، لكن نادرٌ من عرف من المشاهدين أنها ليست التجربة الحقيقية!

بعد مشاهدة الفيلم وجمع الإحصاآت، ألقى مجري التجربة مفاجأته: "وكم مرةً رأيت الجوريلا[1]؟"، أغلب المشاهدين بدوا حائرين مشدوهين. فأعاد مجري التجربة تشغيل الفيلم، لكن هذه المرة أخبر المشاهدين أن يشاهدوا باسترخاء دون محاولة إحصاء أي شيء. على نحوٍ مذهل، فإنه خلال تسع دقائق من الفيلم، تجول رجل في زي جوريلا بلا مبالاة إلى وسط حلقة اللاعبين، متوقفاً أمام وجه الكامِرا، ضارباً صدرَه كما لو كان في استهانة معادية لدليل شهود العيان، ثم انسحب من الحلقة بنفس اللامبالاة وطريقة التجول (انظر الصورة ص٨ ملونة). لقد كان هناك على مرأى تام لتسع دقائق كاملة، أكثر من ثلث وقت الفيلم، ورغم ذلك أغلب شهود العيان لم يروه قط. لكانوا أقسموا قسماً في محكمةٍ أنه لم يكن هناك رجلٌ في زي جوريلا، ولكانوا أقسموا أنهم شاهدوا بأكثر من تركيز حاد عادي الخمس وعشرين دقيقة كلها، بدقة لأنهم كانوا يحصون عدد مرات تمرير الكرتين. لقد قيم بالكثير من التجارب المقاربة لنفس الفكرة، وكانت النتائج مماثلة، وبنفس ردود فعل الإنكار المنذهل عندما شاهد المشاهدون في النهاية الحقيقة. إن كلاً من شهادة شهود العيان، والملاحظة الفعلية، معطيات التجربة، هم_أو على الأقل قد يكونون_غير جديرين بالثقة بشكل يائس. تلك العدم جدارة بالثقة هي بالضبط ما تستغله مسارح الحواة بتقنياتهم المدروسة للإلهاء.

تعريف القاموس للحقيقة يشير إلى: (الملاحظة الفعلية أو الشهادة الموثوق بها، بالتقابل مع ما هو مجرد استنتاج[*توكيد أضيفَ*]). هذا الازدراء الضمني في تلك الـ(مجرد) فيه قدر من الوقاحة. الاستدلال الحذر يمكن أن يكون أكثر جدارةً بالثقة من (الملاحظة الفعلية)، رغم أن حدسنا يحتج بقوة عند الاعتراف بهذا. أنا نفسي كنتُ مذهولاً حينما أخفقتُ في رؤية جوريلا البروفيسور Simons، وبصراحة كنت مائلاً للشك أنها قد كانت فعلاً هناك. أكثرَ حزناً وحكمةً بعد مشاهدتي الثانية للفيلم، لن أُغرَى مرة أخرى بإعطاء شهادة شهود العيان تفضيلاً آلياً على الاستدلال العلمي الغير مباشر. لربما يجب أن يُرى فيلم الجوريلا_أو ما يشابهه_لكل المحلفين قبل أن يتراجعوا عن مراعاة آرائهم، وكل القضاة أيضاً.

باعتراف الجميع، فإن الاستدلال يحتاج إلى أن يقوم على الملاحظة بأعضاء حواسنا. على سبيل المثال، نستخدم عيوننا لملاحظة مُخرَج الطباعة من آلة قراءة تتابعات الحمض النووي DNA، أو من المسارع الذريّ الضخم the Large Hadron Collider. لكن على خلاف كل الحدس، الملاحظة المباشرة لحدثٍ مزعوم (مثل قتل) كما قد حدث فعلياً، ليس بالضرورة أكثر وثوقية من الملاحظة الغير مباشرة لنتائجه (كالحمض النووي في لطخة دم) مزوّدة بآلية استدلال مبنية على نحو قويّ. إن التطابق المخطئ من المرجح أكثر أن ينشأ عن شهادة شهود العيان المباشرة أكثر من الاستدلال الغير مباشر المستمد من دليل الحمض النووي. و_بذكر الشيء بالشيء_هناك على نحوٍ مؤلم قائمة طويلة من الناس الذين أدانتهم شهادة شهود العيان وفيما بعد بُرِّؤوا وأُفرِج عنهم_أحياناً بعد عدة سنوات_بسبب دليل جديد من الحمض النووي. ففي ولاية تكساس الأمِركية وحدها، هناك خمس وثلاثون شخصاً بُرِّؤوا منذ صار دليل الحمض النووي مقبولاً في القضاء. وذلك فقط من ظلوا أحياء. مسلِّمين بالحيوية التي تنفذ بها تكساس عقوبة الإعدام (خلال سنواته الست كمحافظ، وقَّع جورج دبليو بوش George W. Bush مذكرة إعدام بمعدل مرة كل أسبوعين)، فعلينا أن نفترض أن عدداً ضخماً من المعدومين كانوا سيُبرَّؤون لو كان دليل الحمض النوويّ متوفراً لأجلهم في الوقت المناسب.

[1] يحلو للمعظم في اللغة العربية نطقها غوريلا_م

سيأخذ هذا الكتاب الاستدلال مأخذاً جدياً، ليس الاستدلال المحض، بل الاستدلال العلمي السليم، وسأُري القارئَ القوةَ غير قابلة للدحض للاستدلال العلمي على أن التطور حقيقة. بوضوح، فإن أغلبية التغيرات التطورية غير مرئية لملاحظة شهود العيان المباشرة. معظمها حدث قبل ميلادنا، وعلى أي حال فهي في العادة بطيئة جداً عن أن تُرى خلال فترة حياة شخص. نفس الأمر صحيح بالنسبة إلى التباعد المستمر بين قارتي أفريقيا وأمِركا الجنوبية، والتي تحدث_كما سنرى في الفصل التاسع_ببطء شديد بالنسبة لنا عن أن نلاحظها. مع التطور_كما مع الانجراف القاريّ_فإن الاستدلال بعد وقوع الحدث هو كل المتاح لنا، لأجل السبب الواضح وهو أننا لم نكن موجودين إلا بعد وقوع الحدث. لكنْ لا نبخس ولو لنانو دقيقة قوة مثل هذا الاستدلال. الانجراف البطيء لأمِركا الجنوبية وأفريقيا هو الآن حقيقة علمية راسخة بالمعنى اللغوي المعتاد لكلمة (الحقيقة)، وبالمِثل أسلافنا المشتركون مع الشياهم *(الشيهم حيوان قارض_م)* ونبات الرمان.

إننا مثل المحققين الذين جاؤوا إلى مسرح الجريمة بعد ارتكابها. لقد تلاشت أفعال المجرم في الماضي. ليس لدى المحقق أمل في مشاهدة الجريمة الفعلية بعينيه الخاصة. على أي حال، تجربة رجل زي الجوريلا وأخرى من نوعها قد علمتنا ألا نثق في عيوننا. ما لدى المحقق فعلياً هو الآثار التي بقيت، وهناك مقدار عظيم من الثقة هنا. هناك آثار أقدام، بصمات أصابع (وفي الوقت الحاضر بصمات الحمض النوويّ كذلك)، لطخات الدم، رسائل، دفاتر يوميات. العالَم هو السبيل لتحديد معالم تاريخ العالَم وما ليس منها، وصولاً إلى الحاضر.

إن الفارق بين معنيي كلمة نظرية في القاموس ليس صدعاً غير قابل للرأب، كما ترينا الكثير من الأمثلة التاريخية. ففي تاريخ العِلم، بدأت النظريات العلمية عادةً كمجرد فروض. كنظرية الانجراف القاريّ، فكرة قد تبدأ سيرتها حتى ملطخةً بالسخرية، قبل ارتقائها بالخطوات الشاقة إلى مكانة نظرية علمية أو حقيقة غير متجادَل فيها. هذه ليست مسألة فلسفية صعبة. إن حقيقةَ أن كثيراً من المعتقدات التي كانت راسخة في الماضي بُرهِن على خطئها بشكل علمي حاسم لا يعني أن علينا الخشية من أن الأدلة المستقبلية ستُظهِر دوماً أن كل معتقداتنا العلمية خاطئة. لأن قناعاتنا العلمية في العصر الحديث تعتمد_بين أشياء كثيرة_على مدى قوة الدليل عليها. لقد اعتاد الناس القدماء على حسبانهم أن الشمس أصغر من الأرض، لأنهم كان لديهم دليل غير كافٍ. الآن صار لدينا دليل، والذي لم يكن متاحاً من قبل، يظهر لنا شكل حاسم أنها أكبر حجماً، ويمكننا أن نكون واثقين تماماً أن هذا الدليل لن يُبطَل أبداً. إن التطور ومركزية الشمس لم يكونا في الماضي بينهم، لكنهما الآن بينهم.

كثيراً ما يفرق علماء الأحياء بين حقيقة التطور (كل الكائنات الحية أقرباء)، والنظرية عما يقود التطور (غالباً ما يعنوُن الانتخابَ الطبيعي، وقد يقارنونها مع النظريات التي كانت منافسة لها قديماً كنظرية لامارك Lamarck عن "الاستعمال والإهمال" و"وراثة الصفات المكتسبة"). إلا أن دارْوِن نفسه اعتقد في النظريتين كفرضيتين نظريتين حدسيتين. كان هذا لأن_في ذلك الزمن_كان الدليل المتاح أقل إجباريةً إقناعية وكان ما زال ممكناً للعلماء طيبي السمعة أن يُجادِلوا كلاً من التطور والانتخاب الطبيعي. في العصر الحاضر لم يعد من الممكن علمياً الجدال في حقيقة التطور نفسها، لقد رُقِّيَتْ لتصير نظرية علمية أو حقيقة مدعومة بالأدلة بوضوح، لكن ما زال من الممكن فقط الجدل فيما إذا يكون الانتخاب الطبيعي هو قوتها المحركة الرئيسية.

شرحَ دارْوِن في سيرته الذاتية كيف أنه في عام ١٨٣٨ كان يقرأ كتاب مالثوس Malthus (عن السكان) للتسلية (يشتبه Matt Ridley أن يكون هذا بتأثير من Harriet Martineau الصديق هائل الذكاء لأخي دارْوِن إرازموس Erasmus) وأتاه إلهامٌ بفكرة الانتخاب الطبيعيّ. "هنا، من ثمَّ حصلتُ على نظرية للعمل بها". بالنسبة لدارْوِن، كان الانتخاب الطبيعي فرضاً، قد يكون صحيحاً وقد يكون خاطئاً. واعتقد نفس الاعتقاد بالنسبة للتطور نفسه. ما نسميه اليوم حقيقة التطور، كان في عام ١٨٣٨ فرضاً يحتاج إلى جمع الأدلة أكثر. بمرور الوقت أقدمَ دارْوِن عام ١٨٥٩م على نشر كتابه (عن أصل الأنواع)، وكان قد جمع أدلة كافية لدفع نظرية التطور نفسها_رغم أنه ليس الانتخاب الطبيعي بعد_طريقاً طويلاً باتجاه مكانة الحقيقة العلمية. بالفعل، فقد كان هذا الترقي من من نظرية نحو حقيقة علمية هو ما شغل دارْوِن في عمله لمعظم كتابه. استمر الترقي حتى لم يعد هناك_اليوم_شكٌ عند أي عقل جاد، والعلماء يتحدثون_على الأقل بشكل غير رسمي_عن حقيقة التطور. كل علماء الأحياء طيبي السمعة يمضون في الاتفاق على أن الانتخاب الطبيعي هو واحد من أهم القوى المحركة للتطور، رغم أنه_كما يصر بعض علماء الأحياء أكثر من بعضهم الآخر_ليس القوة الوحيدة. حتى لو لم يكن القوة الوحيدة، فإني لم أقابل أي عالم أحياء ذا مكانة يمكنه الإشارة إلى بديل آخر للانتخاب الطبيعي كقوة محركة للتطور التكيفيّ، أي تطور إلى تقدم إيجابي.

في بقية هذا الكتاب، سأبرهن على أن التطور هو حقيقة لا مردَّ لها، وممجِّداً قوتها المدهشة، وبساطتها وجمالها. التطور فينا، وحولنا، وبيننا، وأعماله مطمورة في صخور الدهور القديمة. مسلِّمين بأنه_في أغلب الحالات_لا نعيش حتى نرى التطور يحدث أمام عيوننا، سنعود إلى مجاز المحقق الآتي إلى مسرح الجريمة بعد وقوع الحدث والقائم بالاستدلالات. إن أدوات الاستدلال التي تقود العلماء إلى حقيقة التطور أكثر عدداً، وأكثر إقناعاً، وأكثر عدم قابلية للجدل من أي تقارير شاهد عيان قد استُعمِلَت قط، في أي محكمة، في أي بلد، لإثبات الجُرم في أي جناية. برهان فوق الارتياب المنطقي؟ بل أعظم من ذلك وهذا تهوين مستمر طوال الوقت لمقداره.

الفصل الثاني: الكلاب والأبقار والملفوف
[التدجين أو الانتخاب الاصطناعي]

لماذا استغرق الأمر زمناً طويلاً ليصل شخص كدارْوِن إلى مسرح الحدث؟ ما الذي أخَّر فهم البشرية لتلك الفكرة الواضحة واضحة البساطة والتي تبدو_بالمقارنة_أسهل إدراكاً من الأفكار الرياضية المعطاة لنا من قِبَل نيوتن قبلها بقرنين، أو في الواقع من قِبل أرخميدس قبلها بألفي عام؟ اقتُرِحَت العديد من الإجابات. ربما تروع العقول بالوقت الصرف الذي ينبغي أن يمضي لحدوث تغير كبير، وبالتنافر بين ما نسميه اليوم الأوقات الجيولوجية العميقة وفترة حياة الفرد وقدرة إدراك الشخص المحاول فهم هذا. وربما التلقين الديني ما جعلنا لا نتقدم. أو التعقيد المهيب لعضو حي كالعين، مشحوناً بالوهم الخادع بالتصميم من قِبَل مهندس كونيّ. ربما لعبت كل هذه الأسباب دوراً. لكن Ernst Mayr شيخ النظرية التطورية التركيبية الحديثة_والذي مات عام ٢٠٠٥ في عمر المئة سنة_لطالما عبّر على نحو متكرر عن ارتياب مختلف، فبالنسبة لماير، فإن المتهم كان التعاليم الفلسفية القديمة، التي نسميها في مصطلح العصر الحديث بالجوهرية (نظرية فلسفية تقدِّم الجوهر والماهية على الوجود، وهي نقيض الفلسفة الوجودية). لقد أعيق اكتشاف التطور بفعل التأثير المستمر لأفلاطون Plato بعد موته لقرونٍ طوال.

التأثير المستمر لفلسفة أفلاطون لقرون طوال

في رأي أفلاطون، الحقيقة التي نحسبها هي فحسب كالظلال الملقاة على حائط كهفنا من نيران المخُيَّم الوامضة. فكالكثير من الفلاسفة الإغريق القدماء، كان عالم هندسة من أعماق قلبه. فمن رأيه كل مثلث مرسوم على التراب هو فقط ظل ناقص للجوهر الحقيقي للمثلث. خطوط المثلث الجوهري هي خطوط إقليدسية تماماً ذات طول وبلا عرض، تُعرف الخطوط بأنها ضيقة بصورة مطلقة ولا تتقابل أبداً إذا توازت. زوايا المثلث الجوهري تساوي ١٨٠درجة، لا أكثر ولا أقل من ذلك ولو بقليل. هذا ليس صحيحاً بالنسبة لمثلث مرسوم على الرمل، لكن في رأي أفلاطون فإن المثلث المرسوم على الرمل هو مجرد ظل متزعزع للمثلث المثالي الجوهري.

حسب ماير، فإن علم الأحياء قد ابتُلِيَت بنسخته الخاصة من النظرية الجوهرية. عاملت الجوهرية البيولوجية التابير والأرانب، وآكلات النمل المغطاة بالقشور اللزجة اللسان والجمال وحيدة السنام، كما لو كانوا مثلثات أو معينات أو قطوعاً مكافئة أو شكلاً ثنائي عشر الضلوع. الأرانب التي نراها هي ظلال شاحبة للفكرة المثالية عن الأرنب، الجوهرية المثالية، الأرنب الأفلاطونيّ. معلَّقاً في مكان ما في فضاء المفاهيم سوياً مع كل الأشكال الهندسية المثالية. ربما تكون أرانب اللحم والدم (الفعلية) متعددة الأنواع، لكن هذه الاختلافات تُرى دائماً كانحرافات اختلالية للجوهر المثالي للأرنب.

كم هو غير تطوريّ ذلك التصور على نحوٍ مثير لليأس! اعتبر الأفلاطيون أي اختلاف بين أنواع الأرانب كانحراف غير مرتب عن الأرنب الجوهري، كما لو كانت كل الأرانب الحقيقية مربوطة برباط مطاطي غير مرئي بالأرنب المثالي في الفضاء. النظرية التطورية

للحياة على النقيض جوهرياً. الأنسال يمكنها الاختلاف عن شكل الأسلاف بشكل غير محدد، وكل انحراف بدوره يصير سلفاً ممكناً لأنواع مستقبلية. بالفعل فإن Alfred Russel Wallace ألفرد راسِل والاس الذي اكتشف نظرية التطور بالانتخاب الطبيعي بشكل مستقل عن دارْوِن في نفس زمنه، فعلاً عنون ورقته العلمية بعنوان (عن نزعة الأنواع إلى الحيد عن النمط الأصلي بشكل غير محدد).

إن كان هناك في علم الأحياء (أرنب قياسيّ)، فإنه لن يعني سوى مركزاً أماً للتوزعات جرسية الطابع للأرانب المنطلقة القافزة المتنوعة الحقيقية. والمتوزع يتغير مع الوقت. كلما مضت الأجيال، قد تأتي نقطة في الزمن_غير محددة بوضوح تام_ينحرف فيها نموذج ما نسميه بالأرنب كثيراً بحيث يستحق اسماً آخر. فليس هناك أرنبية دائمة، لا جوهرَ أرنبيَّ معلق في السماء، فقط أفراد نوع مكسوون بالفراء، طويلو الآذان، متقممون على برازهم، مرتعشو الشوارب، نرى فيهم تنوعاً إحصائياً لتعدد الأحجام، والشكل، واللون، والطباع. ما اعتيد أن يكون الطويل طرفي الأذنين في التصنيف القديم قد يجد نفسه في مكان تصنيف جديد في الزمن الجيولوجي اللاحق. مسلِّمين بوجود عدد كبير من الأجيال بشكل كافٍ، ربما لا يصير هناك توافق بين تصنيف السلف والأنسال: ربما تكون أطول الآذان بين الأسلاف أقصر من أقصر الآذان عند الأنسال. كل شيء ذو مرونة، كما قال فيلسوف إغريقي آخر، هو هيراكليتُس [هرقليطس] Heraclitus: لا شيء ثابت. فبعد مئة مليون سنة، ربما يكون عسيراً تصديق أن الحيوانات المتحدرة كان الأرانب لها من قبلُ أسلافاً. علاوة على ذلك، فلا جيل خلال العملية التطورية البطيئة كان فيه النمط السائد في مجموع أفراده بعيد الشكل عن النمط الشكلي للجيل السابق له أو اللاحق. هذه الطريقة في التفكير هي ما سماه ماير بفكرة المجموعة السكانية. وحسب رأيه فإن فكرة المجموعة السكانية (أفراد النوع) هي نقيض النظرية الجوهرية. وفقاً لماير فإن تأخر وصول شخص كدارْوِن إلى مسرح الحدث كل هذا الزمن غير المعقول، كان سببه هو أننا كلنا_سواء بتأثير من الفلسفة اليونانية أو لسببٍ ما آخر_ينغرز في عقولنا البدهية الوراثية وهم الجوهرية.

فبالنسبة لعقل أُعمي بغمامات الفكر الأفلاطوني، الأرنب هو الأرنب وكان وسيظل هو الأرنب. إن اقتراح أن نوع الأرنب يؤلف سحابة متغيرة للمعدلات الإحصائية، أو أن نمط الأرنب في العصر الحاضر ربما يكون مختلفاً عن نمط الأرنب منذ مليون سنة أو بعد مليون سنة من الآن، يبدو كما لو أنه يعتدي على تابو ذاتيّ. في الحقيقة فإن دراسات علم النفس لتطور اللغة تخبرنا أن الأطفال جوهريون بالطبيعة. ربما يحتاجون ذلك ليظلوا سليمي العقول بينما تميز عقولهم الأشياء إلى فئات منفصلة كل منها ملقب باسمٍ واحد. إنه ليس غريباً أن أول مهام آدم_في أسطورة سفر التكوين_كانت إعطاء كل الحيوانات أسماء.

وليس غريباً_في رأي ماير_أننا معشر البشر احتجنا لانتظار دارْوِننا حتى القرن التاسع عشر تماماً. لتصور مدى تضاد التطور للنظرية الجوهرية، فلنتأمل التالي: في وجهة النظر التطورية عن (فكرة أفراد المجموعة السكانية)، فكل حيوان متصل بكل حيوان آخر، مثلاً الأرنب إلى النمر، بسلسلة من الأسلاف المشتركة الوسيطة، كلٌ منها مشابه لما يتلوها بحيث أن كل حلقة كان يمكنها التلاقي مع ما سبقها أو تلاها مجاوراً في السلسلة وإنجاب ذرية خصيبة. إنك لا تقدر على الاعتداء على التابو الجوهري بأكثر من ذلك. وهي ليست مجرد تجربة فكرية غامضة ما تقتصر على التخيل. ففي وجهة الرأي التطورية، هناك فعلاً سلسلة من الحيوانات الوسطى تربط الأرنب إلى النمر، كل منها قد عاش وتنفس، كل منها كان سيصنف في نفس النوع كما سبقه أو تلاه مجاوراً على كلا جانبي السلسلة الكمية المتصلة الطويلة المتغيرة. في الواقع، كل واحد في السلسلة كان ابناً لجاره على جانب، وأباً لجاره على الجانب الآخر. علاوة على ذلك تؤلف كل السلسلة جسراً متصلاً يربط الأرنب بالنمر، رغم أنه_كما سنرى لاحقاً_لم يكن هناك ”أرنب نمريّ“ قط. فهناك جسور مماثلة

تربط الأرنب بالومبت الأستراليّ، تربط النمر بالكركند*[جراد البحر أو الإستاكوزا]*، تربط كل حيوان أو نبات بكل آخر. ربما تتساءل في نفسك ولماذا تنتج هذه النتيجة المذهلة بالضرورة من رؤية التطور للعالم، لكن فلأوضحْ الأمر على أي حال، سأسميها تجربة تفكير (دبوس الشعر) [بالشرح التالي لرمز دبوس الشعر:]

خذ أرنباً، أي أنثى أرنب، (على سبيل التحكم، مع العلم أنه لا فارق في اختيار الذكور في هذا البرهان). ضع أمها إلى جوارها، الآن ضع جدتها إلى جوار أمها، وهكذا دواليك رجوعاً في الزمن إلى الوراء فالوراء عبر مليون سنة، خط يبدو ظاهرياً لانهائياً من الأرانب الإناث، كل واحدة محصورة بين ابنتها وأمها. نسير على طول خط الأرانب، رجوعاً في الزمن، فاحصين إياهم على طريقة المفتش العام. كلما تقدمنا في الخط، سنلاحظ آخر الأمر أن الأرانب العتيقة التي نمر عليها مختلفة قليلاً فقط عن الأرانب الحديثة المعتادة لنا. لكن معدل التغير سنرى أنه بطيء للغاية بحيث لن نلاحظ المسارَ من جيل إلى آخر، تماماً مثلما لا يمكننا رؤية حركة ساعات أيدينا، وتماماً مثلما لا يمكننا رؤية طفل ينمو، يمكننا أن نرى لاحقاً أن نرى أنها صارت مراهقة، ثم لاحقاً بعدُ شابة بالغة. وسبب إضافي لعدم ملاحظتنا التغير في الأرانب من جيل إلى آخر هو أن التباين_في أي قرن_بين أفراد النوع الحاليين سيكون بالطبيعة أكثر من التباين بين الأمهات والبنات، لذا إذا حاولنا رؤية حركة (ساعة اليد) بمقارنة الأمهات بالبنات، أو في الواقع الجدات بالحفيدات، فإن مثل هذه الاختلافات الضئيلة كما سنرى ستغطي عليها الاختلافات بين الأرانب الأقارب المتواثبين في المروج حولهم.

ومع ذلك_ بثبات وتدرج_عندما نتقهقر في الزمن، سوف نصل إلى أسلاف تبدو أقل فأقل شبهاً بالأرنب وأكثر فأكثر شبهاً بالزَباب *[حيوان ثدييّ آكل للحشرات يشبه الفأر نوعاً ما ذو خطم طويل مدبب–م]* (لكن ليس مماثل للزباب بالضبط). أحد هذه الكائنات سأدعوه انحناءة دبوس الشعر، لأسباب ستتضح. هذا الكائن هو أقدم جد مشترك وصلنا له (في خط تحدر الإناث، لكن هذا لا يشكل فارقاً) بين الأرانب والنمور. نحن لا ندري كيف كان شكله بالضبط، لكن ينتج عن الرؤية التطورية أنه بلا ريب لابد وأن كان له وجود. ككل الحيوانات، كان عضواً في نفس النوع الذي ينتمي إليه أمهاته وبناته. نكمل الآن سيرنا، إلا أننا درنا حول انحناءة دبوس الشعر ونسير الآن متقدمين اتجاه المستقبل، قاصدين إلى النمور (مع ملاحظة أن لدبوس الشعر الرمزيّ أنواع متحدرة عديدة ومختلفة، إذ باستمرارٍ سنقابل فروعاً في الخط، حيث سنختار دوماً الفرع الذي سيقود آخر الأمر إلى النمور). كل شبيه زباب خلال سيرنا يتبعه ابنته. ببطء، بدرجات غير مدرَكة، ستتغير الحيوانات الشبيهة بالزَباب، خلال كائنات وسطى والتي ربما لا تشابه أي حيوان حديث لكنها تشابه بعضها بقوة، ربما نمر خلال ذلك على كائنات وسيطة مبهمة شبيهة الشكل بالقاقُم stoat [*حيوان أورُبيّ من فصيلة ابن عُرس_م*]، حتى آخر الأمر_دون ملاحظة أي تغير مفاجئ من أي نوع_نصل إلى النمور.

أشياء كثيرة يمكن أن تُقال عن تجربة التفكير هذه، بدايةً، فنحن بالمصادفة اخترنا السير من الأرانب إلى النمور، لكني أكرر أننا يمكننا اختيار السير من الشيهم إلى الدولفين، أو الولب الأسترالي wallaby إلى الزراف، أو الإنسان إلى سمك الحدوق. النقطة هنا أن كل حيوانين هناك طريق في دبوس الشعر يربطهما، لسببٍ بسيط وهو ان كل نوع يشارك كل نوع آخر في سلفٍ مشترك، كل ما علينا فعله هو السير إلى الخلف من نوعٍ إلى السلف المشترك، ثم الالتفاف خلال انحناءة دبوس الشعر والمضي قدماً إلى النوع الآخر.

ثانياً، نلاحظ أننا نتحدث فقط عن إنشاء سلسلة من الحيوانات القديمة التي تربط حيواناً معاصراً إلى نوع معاصر آخر. فنحن بالتأكيد لا نقول أن النمر جاء من الأرنب تطورياً على نحوٍ مشدد التأكيد. بل أفترض أنك يمكنك القول أننا نعود ارتداداً في التطور إلى دبوس الشعر الرمزي، ثم نتقدم في خط التطور وصولاً إلى النمور من هناك. كما سنرى في فصل لاحق، إنه من الضروري_بشكلٍ مؤسف_الشرح _مراراً وتكراراً_أن الأنواع الحديثة لا تتطور إلى أنواع حديثة أخرى، هم فقط يتشاركون سلفاً مشتركاً، هم أقارب. هذا_كما سنرى_هو أيضاً الإجابة على الاحتجاج العاميّ المزعج: "إن كان البشر قد تطوروا من الشيمبانزي، فكيف أنه لا يزال هناك شيمبانزي حولنا.

ثالثاً، في سيرنا قدماً من الحيوان–دبوس الشعر (السلف المشترك)، اخترنا على نحو تحكميّ الطريق المؤدي إلى النمور. هذا هو السبيل الحقيقي للتاريخ التطوريّ، لكن_لتكرار هذه النقطة الهامة_نحن اخترنا تجاهل فروع أخرى عديدة حيث كان يمكننا اتباع التطور إلى نهايات أخرى لا تُحصى، لأن الحيوان–دبوس الشعر هو سلف مشترك قديم ليس فقط للأرانب والنمور، بل ولجزء كبير من الثدييات الحديثة.

النقطة الرابعة، التي قد أكَّدتُ عليها من قبل، أنه رغم جذرية وشمولية الاختلافات بين نهايات دبوس الشعر، فإن الأرانب والنمور _مثلاً_كانت كل خطوة في السلسلة التي تربطهما ببعضهما صغيرة جداً جداً. كل فرد في السلسلة مشابه على نحوٍ مساوٍ لجاره في السلسلة من ابنة وأم كما هو متوقع. وأكثر شبهاً بجيرانهم في السلسلة_كما سبق وأشرت أيضاً_من أفراد المجموعة السكانية المحيطة.

يمكنك أن ترى كيف أن تجربة التفكير هذه تقود مركبة أحصنة خلال المعبد اليونانيّ الفلسفي الأنيق لأشكال أفلاطون المثالية. ويمكنك أن ترى_إن كان ماير محقاً_كيف أن البشر متشربون بعمق بالتحيز للجوهرية. ربما كان هذا صائباً أيضاً بصدد أننا نجد تاريخياً التطور صعب الهضم على الأفهام.

مصطلح (الجوهرية) ذاته لم يُختَرَع حتى عام ١٩٤٥م، ولذا لم يكن متاحاً لدارْوِن. لكنه [*دارْوِن*] كان فقط معتاداً للغاية على النسخة البيولوجية منها في صورة نظرية (ثبات الأنواع). ومعظم جهده كان موجهاً لمكافحتها تحت ذلك الاسم. في الواقع، في العديد من كتب دارْوِن_بدرجة أكبر في الأخرى مما في كتابه (عن أصل الأنواع) ذاته_ ستفهم تماماً ما الذي كان بصدده فقط لو طرحتَ الفرضيات التطورية الحديثة، وتذكرتَ أن جزءً كبيراً من جمهوره كانوا جوهريين لم يسبق أن شكّوا في ثبات الأنواع قَطّ. إحدى أقوى أسلحة دارْوِن في الجدال ضد ثبات الأنواع المفترض هذا، كان الدليل من تدجين الإنسان للحيوانات، والتدجين هو ما سيشغل بقية هذا الفصل.

نحت الحوض الجيني[1]

عرف دارْوِن الكثير عن تربية الحيوانات والنباتات. كان متآلفاً مع هواة تربية الحمام والبستانيين، وأحبَّ الكلاب.[2] ليس فقط الفصل الأول كاملاً من (عن أصل الأنواع) عن تنوع الحيوانات والنباتات المدجَّنة، فقد كتب دارْوِن كتاباً كاملاً عن هذا الموضوع. فكتاب (تنوع

[1] الحوض الجينيّ: مجموع الجينات في كل أفراد النوع.
[2] من يمكنه ألا يحب الكلاب، إنهم كالرياضات الممتعة.

الحيوانات والنباتات تحت تأثير التدجين) كان بـه فصـول عـن الكـلاب والقطـط، الأحصـنة والحمـير، الخنـازير، الماشـية، الخـراف والماعز، والحمام (كرّس دارْوِن للحمام فصلين حيث كان له ولع شخصيّ به)، الدجاج وطيور عديدة أخـرى، والنباتـات، بمـا في ذلـك نبات الملفوف المدهش. الملفوف نباتٌ يتحدى نظريتي الجوهرية وثبات الأنـواع. إن الملفـوف الـبريّ *Brassica oleracea* هـو نـوع غـير مشهور، أشبه بنسخة العشب الضار من ثمرة الملفوف المدجَّنة. ففي خلال قرون قليلة فقط، مستخدمين "أزاميل النحت" الرقيقة والفظة من صندوق أدوات تقنيات التدجين، نحت البستانيون هذه النبتة عديمة الصفات المميزة إلى حدٍ ما إلى نباتات مختلفة على نحو مدهش عن بعضها البعض وعن السلف البريّ المشترك، كالبروكلي broccoli (نوع من القرنبيط)، والقـرنبيط، والكرنـب السـاقيّ (أبـي ركبـة)، واللفت، وزهرة بروكسِل، وورق الكرنب، والرومانسكو romanescu، وبالتأكيد الأنواع العديدة الأخرى من النباتات التي لا تزال تـدعى على نحو شائع كلها ملفوفاً.

مثال آخر مألوف هو نحت الذئب_*Canis lupus* _إلى مـئتي نـوع أو حـوالي ذلـك مـن سـلالات الكـلاب. إن أنـواع الكـلاب *Canis familiaris* التي يعرفها مربو الكلاب الإنجليزيين كأنواع فرعية منفصلة، والعدد الأكبر من السلالات المعزولة جينياً عن بعضهم الآخر، بقواعد أشبه بسياسة الفصل العنصريّ لتربية النسب.

اتفاقياً بشكل عَرَضيّ، فالسلف البريّ لكل الكلاب المدجَّنة هو الذئب في الحقيقة وفقط الذئب (رغم أن ترويضـهم حـدث علـى الأغلـب على نحو مستقل في أماكن العالم المختلفة). التطوريون لم يعتقدوا دوماً هكذا، فقد ظن دارْوِن والعديد من معاصريه أن الأنواع العديدة من الكلبيات canid البرية، بما فيها الذئاب وابن آوى، يسهمون في نسب كلابنـا المدجنـة. حتـى Konrad Lorenz عـالم سـلوك الحيـوان النمساويّ الحائز على جائزة نوبل كان له نفس الرأي، ففي كتابه المنشور عام ١٩٤٩م بعنـوان (الإنسـان يلتقـي بالكلـب) يقـول بفكـرة مفادها أن سلالات الكلاب المدجنة تنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين: التي أتت من ابـن آوى (وتشـكل الأغلبيـة)، والـتي انحـدرت مـن الذئاب (والتي كان يقول أنه يفضلها بشكل شخصيّ، بما فيهم الكلب الصيني Chows). يبدو أنه ليس للـورنز Lorenz أي دليـل علـى الإطلاق على تقسيمه هذا، عدا الاختلافات التي ظن أنه رآها في صفات وشخصيات السـلالات. ظلـت المسـألة مفتوحـة غـير محسـومة حتى أتى دليل الوراثة الجزيئية ليحسمها. اليوم لم يعد هناك شك. فلـيس للكـلاب المدجنـة أي سـلفٍ ابـن آوى علـى الإطـلاق، كـل سلالات الكلاب هي ذئاب معدَّلة، لا ابن آويات ولا قيوط coyotes [*حيوان لاحم أمرِكي شبيه بالذئب _م*] ولا ثعالب.

النقطة التي أريد استخلاصها من التدجين هو قوته المذهلة في تغيير شكل وسلوك الحيوانات البرية، والسرعة الـتي قـام بهـا بهـذا. إن المربين أشبه ما يكونون بناحتي التماثيل من طين قابل للطرق بشكل لانهائيّ، او كمثَّالين يستخدمون الأزاميـل، نـاحتين الكـلاب_ أو الأحصنة، أو الأبقار أو نبات المفوف_إلى ما يريدون. سأعود إلى هذا التصوير قريباً. وثاقة صلة هذا الأمر بالتطور الطبيعيّ هو أنه_رغم أن القوة المنتخِبة هنا هي الإنسان وليس الطبيعة_العملية هي نفسها بطريقة مختلفة. هذا سـبب إبـراز دارْوِن بشـكل كـبير للتـدجين في بداية (عن أصل الأنواع). فأي شخص يقدر أن يفهم مبدأ التطور بالانتخاب الاصطناعي. الانتخاب الطبيعي هو نفس الأمـر، مـع تغـير تفصيلة واحدة ثانوية.

للتكلم بدقة، لم يكن جسد الكلب أو الملفوف هو ما نُحِتَ من قِبَل المربين/الناحتين، بل الحوض الجينيّ لسلالة النوع. إن فكرة الحوض الجينيّ مركزية في جسم المعرفة العامة والنظرية المعروفة باسم (النظرية التطورية التركيبية الحديثة). فدارْوِن نفسه لم يعرف شيئاً عنها. فهي لم تكن جزءاً من عالم أفكاره، ولا الجينات أيضاً. لقد كان مدركاً_بالطبع_أن الصفات تورَث في العائلات، وأن الذرية تميل إلى أن تشبه أبويها وأقرباءها، وأن صفات خاصة في الكلاب والحمام تُربَّى بشكل صائب. كانت الوراثة بنداً رئيسياً في نظريته عن الانتخاب الطبيعي، لكن الحوض الجينيّ هو شيء آخر. إن مفهوم الحوض الجينيّ يكتسب معناه فقط في ضوء قانون مِندِل عن التصنيف المستقل للجسيمات الوراثية. لم يعرف دارْوِن قوانين مندل قط، إذ رغم أن جورج مندل George Mendel_الراهب النمساويّ أبا علم الجينات_كان معاصراً لدارْوِن، إلا أنه نشر مكتشفاته في جريدة ألمانية والتي لم يرَها دارْوِن قط.

الجين تبعاً لقوانين مندل هو وجود تام أو انعدام وجود. فعندما حُبِل بك، ما تلقيتَه من صفات أبيك لم يكن مادة للخلط مع ما تلقيتَه من أمك، على غرار خلط طلاء أزرق مع أحمر لعمل أرجوانيّ. فلو كان هذا حقاً الكيفية التي تعمل بها الوراثة_كما كان الناس يظنون بشكل مشوش في زمن دارْوِن _لكنا كلنا معدلات متوسطة، منتصف المسافة بين والدينا. في تلك الحال، كان التباين الوراثيّ سيختفي سريعاً من صفات أفراد النوع [المجموعة السكانية]. (ليس مهماً مدى اجتهادك في خلط الطلائين الأحمر والأزرق، فأنت لن تعيد تكوين الأحمر والأزرق الأصليّين أبداً). في الحقيقة، كل امرئ يمكنه أن يرى بوضوح أنه ليس هناك مثل تلك النزعة الجوهرية للتباين الوراثيّ بأن يقل في المجموعة السكانية. وضَّح مندل أن هذا بسبب أنه عندما تتحد الجينات الأبوية والأمية في طفل (لم يستعمل كلمة جين، والتي لم تُبتكَر حتى عام ١٩٠٩)،فهي لا تكون كمزج الطلائين، بل هي أشبه بخلط وإعادة خلط البطاقات في حزمة. في العصر الحاضر، نعلم أن الجينات قطع من شفرة الحمض النوويّ DNA، يمكن القول أنها تُخلَط إلى أبعد الحدود، مع مجموعات من البطاقات ملتصقة سوياً لأجيال عديدة من الخلط قبل أن تأتي فرصة لفصلها عن بعضها البعض.

إن أيّاً من بييضاتكِ (أو حيواناتكَ المنوية لو كنتَ ذكراً) تحتوي إما نسخة أبيك من جينات معينة أو نسخة أمك، ليس خليطاً من الاثنين. وتلك الجينات المعينة أتت من واحد_وواحد فقط_من اجدادك الأربعة، وواحد_وواحد فقط_من أجدادك الثمانية الأكبر.[1]

إن الإدراك المتأخر يقول بأن هذا كان يجب أن يكون واضحاً دوماً. فعندما تُهجِّن ذكراً مع أنثى تتوقع أن تحصل على ولد أو بنت، وليس خنثى. يقول كذلك الإدراك المتأخر أن أي شخص على كرسي بذراعين يمكنه أن يعمم نفس مبدأ الكل أو لا شيء على وراثة كل وجميع الصفات.

على نحو فاتن، فإن دارْوِن نفسه كان مقترباً بشكل أشبه بوميض خافت غامض من هذا، لكنه توقف قليلاً فقط لعمل العلاقة السببية الارتباطية الكاملة، فقد كتب في عام ١٨٦٦م، في رسالة إلى ألفرِد والاس Alfred Wallace

[1] هذا كان سيكون صحيحاً تماماً بالنسبة لنموذج مندل للوراثة الذي يقدمه لنا، ونموذج الوراثة الذي اتبعه كل علماء الأحياء حتى جاء في الخمسينيات الاكتشاف الثوري للDNA على أيدي Watson and Crick. فإنه صحيح تقريباً وليس بالضبط، مسلِّمين بما نعرف اليوم عن الجينات كامتدادات طويلة من الحمض النووي. لكل الأسباب العملية لا يمكننا اعتبارها صحيحة بعد.

عزيزي والاس

لا أعتقد أنك تفهم ما أعنيه بعدم امتزاج تباينات معينة. فهذا لا يشير إلى الخصوبة. سيوضح الأمرَ مثالٌ. لقد زاوجتُ فراشةَ السيدة المبهرجة Painted Lady (فراشة ذات علامات سوداء وبنية وبرتقالية) والـPurple Sweet Peas الأرجوانية، واللذان هما متباينا الألوان باختلاف شديد. وحصلت من نفس السرب على التباينين كليهما بشكل كامل لكن بلا متوسطات. يجب أن أعتقد بدايةً أن شيئاً كهذا لابد أن يحدث مع فراشاتكَ...رغم أن هذه الحالات رائعة في المظهر، فإني لا أعلم إن كانت حقاً تزيد في أي شيء عن أي أنثى في العالم منتجة لنسل ذكور وإناث متمايز.

اقترب دارْوِن إلى هذا الحد من اكتشاف قانون مِندِل عن عدم امتزاج (ما نسميه اليوم) الجينات. هناك إشاعة مستمرة لكنها باطلة، تدعي أن دارْوِن امتلك نسخة من الجريدة الألمانية التي نشر فيها مندل نتائجه. ربما نشأت هذه الإشاعة من حقيقة أنه امتلك كتاباً ألمانياً يدعى Die Pflanzen- Mischlinge بقلم W. O. Focke. لقد أشار Focke إلى مِندِل باختصار. لكنه لم يقم بتشديد خصوصيّ على عمل مندل، كما وأنه لا يظهر دليلاً على فهمه لدلالته العميقة. لذا لا يبدو أن دارْوِن كان سيلاحظها حتى لو اطلع على الصفحات ذات العلاقة. وعلى أية حال لم يكن لدى دارْوِن إجادة عظيمة للغة الألمانية. ولو كان قرأ ورقة مندل لكان تاريخ علم الأحياء مختلفاً جداً. إنه لمن الممكن الجدل بأن حتى مندل نفسه لم يفهم الأهمية التامة لاكتشافاته. فلو كان فعل، لكان كتب إلى دارْوِن. وقد زرتُ مكتبة دير مندل في Brno، وأمسكت بيدي نسخة مندل الشخصية لكتاب (عن أصل الأنواع) بالترجمة الألمانية، ورأيت ملاحظاته بخط اليد، مما يدل على أنه قرأه.

هذه الحالة مشابهة للادعاء من قِبَل المدافعين المحزونين، أن علماء آخرين في العصر الڤيكتوري_على سبيل المثال Patrick Matthew and Edward Blyth_ قد اكتشفوا الانتخاب الطبيعي قبل أن يفعل دارْوِن. مع أن ذلك صحيح بمعنى ما، حيث امتن له دارْوِن في مقدمة كتابه، إلا أني أعتقد أن الدليل يظهر أنهما لم يفهما مدى أهميته. فعلى عكس دارْوِن وألفرِد والاس، فإنهما لم يرياه كظاهرة عامة ذات معنى كونيّ، لها القدرة على قيادة تطور كل الكائنات الحية في اتجاه التحسن الإيجابيّ. بنفس الأسلوب، تُظهر هذه الرسالة إلى ألفرد والاس بأنه قد اقترب من إدراك مسألة الطبيعة غير الامتزاجية للوراثة دون أن يصل إليها رغم شدة قربه منها. لكنه لم يرَ عموميتها، وعلى الأخص فهو لم يرها كالإجابة على لغز سبب عدم اختفاء التباين آلياً من المجموعة السكانية. وتَرك هذا لعلماء القرن العشرين، مستكملين وبانين على الاكتشاف السابق لعصره لمندل.

من ثم يبدأ الآن مفهوم الحوض الجينيّ في الاتضاح، فمجموعة سكانية متكاثرة جنسياً، كمثال، كل الفئران على جزيرة Ascension Island، معزولين بعيداً في المحيط الأطلسي الجنوبي، يخلطون باستمرار كل الجينات على الجزيرة. ليس هناك نزعة جوهرية في أي جيل ليصير أقل تبايناً وراثياً من الجيل السابق، ولا نزعة نحو الرمادي الممل دائماً، أي متوسطات وسيطة. تظل الجينات سليمة كما هي، فالخلط هو لجسيمات فردية مستقلة من جسد إلى آخر بينما تتعاقب الأجيال، لكن لا يختلط أحدها مع الآخر، ولا يفسد أحدهم الآخر. دائماً وفي أي وقت، تكون الجينات كلها باقية في أجساد أفراد الفئران، أو تنتقل إلى أجساد فئران جديدة عن طريق الأمشجة.

إلا أننا لو ألقينا نظرة طويلة خلال أجيال كثيرة، سنرى أن كل جينات الفئران على الجزيرة تُخلَط كما لو كانت بطاقات في علبة وحيدة مخلوطة جيداً: حوض جيناتٍ وحيد.

إني أخمن أن حوض الفئران الجينيّ على جزيرة صغيرة ومعزولة كـ Ascension هو وحدة مستقلة ذاتياً وحوض ممزوج جيداً حقاً. بمعنى الأسلاف الحديثين لأي فأر يمكن أن يكون قد عاش بأي مكان على الجزيرة، لكن على الأرجح ليس بأي مكان آخر غير الجزيرة، مع تجاهل هامش خطأ بفعل العدد القليل من المسافرين المتطفلين على السفن. لكن الحوض الجيني للفئران على كتلة أرض واسعة كقارة أوراسيا سيكون أكثر تعقيداً بكثير. ففأر يعيش في مدريد سيكون قد ورث معظم جيناته من أسلاف عاشت في الطرف الغربي للقارة الأوروآسيوية بدلاً من_مثلاً_منجوليا أو سيبريا، ليس بسبب الحواجز الجغرافية المقيِّدة لتدفق الجينات (رغم أنها توجد أيضاً)، بل بسبب المسافات المحضة المتضمنة. يستغرق الأمر وقتاً بالنسبة إلى الخلط الجنسيّ ليعمل على جين من طرف قارة إلى طرفها الآخر. حتى لو لم يكن هناك حواجز فيزيائية كالأنهار أو سلاسل الجبال، يظل التدفق الجيني عبر مساحة أرض واسعة بطيئاً كفايةً بالنسبة إلى الحوض الجيني بحيث يستحق صفة "دَبِق"[1]. إن فأراً يعيش في Vladivostok ستعود معظم جيناته إلى أسلاف في الشرق. سيكون الحوض الجيني الأوروآسيوي للفئران مخلوطاً_ كما على جزيرة Ascension_ لكن ليس على نحو متجانس بسبب المسافات المشمولة. علاوة على ذلك، فإن الحواجز الجزئية كسلاسل الجبال أو الأنهار الكبيرة أو الصحارى ستقف كحاجز إضافيّ أمام الخلط المتجانس، منشئاً ومعقِّداً الحوض الجيني بذلك. هذه التعقيدات لا تقلل من قيمة مفهوم الحوض الجينيّ. الحوض الجيني المخلوط على نحو كامل هو تجريد نظريّ مفيد للفهم، كالمفهوم الرياضيّ التجريديّ عن الخط المستقيم الكامل. إن الأحواض الجينية الواقعية_حتى على الجزر الصغيرة كجزيرة Ascension_هي تقديرات تقريبية غير مثالية، مخلوطة جزئياً فقط. كلما كانت الجزيرة أصغر وأقل انفصالات، تكون القيمة التقريبية أقرب إلى النموذج النظري للحوض الجيني المخلوط على نحو مثالي كامل.

فقط لنختمَ الفكرة عن الأحواض الجينية، أقول أن كل فرد حيوان نراه في مجموعة سكانية هو عينة من الحوض الجيني لعصره (أو بالأحرى عصر أبويه). لا توجد نزعة جوهرية طبيعية في الأحواض الجينية لجينات معينة للزيادة أو النقصان في التكرر. لكن عندما يكون هناك زيادة أو نقص نظاميّ في التكرر الذي نرى به جيناً معيناً في حوضٍ جيني، فهذا هو تماماً وبالضبط ما يُقصَد به مصطلح التطور. السؤال_بالتالي_يصير: لماذا ينبغي أن يكون هناك زيادة أو نقص نظامي في تكرار الجين؟ هذا_بالتأكيد_من عنده تبدأ الأمور تصير مشوقة، وسنأتي على هذا في سياقٍ مناسب.

يحدث شيء غريب للأحواض الجينية للكلاب المدجنة. يمضي مربو سلالة الكلب البكينيّ Pekineses أو الكلب الدلماسي Dalmatians في وضع حدود محكمة لمنع تهجن الجينات من حوض جيني إلى آخر. تُحفَظ سجلات الأنساب، راجعة إلى الخلف أجيالاً كثيرة، وتمازج الأجناس هو أسوأ شيء يمكن أن يحدث في سجل مربي سلالة. إن الأمر كما لو أن كل سلالة من الكلاب محتجزة في جزيرة Ascension الصغيرة الخاصة بها، مبقاة معزولة عن كل سلالة أخرى. لكن حاجز التهجن ليس الماء الأزرق بل التحكمات البشرية. جغرافياً كل السلالات متداخلة المكان، لكنهم كما لو كانوا على جزر معزولة بسبب الطريقة التي يتحكم بها مالكوها في فرصهم التزاوجية. بالتأكيد، من وقت إلى آخر تُكسَر القواعد. فكالفأر المتسلل إلى جزيرة Ascension، قد تهرب_مثلاً_أنثى كلب وبت

[1] أي لزِج والمقصود بطيء جداً_م

whippet من مقودها وتتزاوج مع كلب إسباني spaniel . لكن الجراء الهجينة التي تنتج_رغم أنها قد تكون محبوبة كأفراد_تُطرَح بعيداً عن جزيرة سلالة الوبت المميزة. تظل الجزيرة نفسها جزيرة وبت نقية. تضمن كلاب الوبت النقية المستولدة الأخرى أن يستمر الحوض الجيني للجزيرة العملية لكلاب الوبت المميزة غير ملوثة. هناك مئات من "الجزر" المصنوعة بشرياً، واحدة لكل سلالة كلب أصيل. كل واحدة هي جزيرة عملية، بمعنى أنها ليست متموضعة جغرافياً. سلالة كلاب الوبت الأصيلة أو الكلاب البوميرانية Pomeranians توجد في أماكن مختلفة كثيرة حول العالم، وتُستخدم السيارات والسفن والطائرات لنقل الجينات من مكان جغرافيّ إلى آخر. الجزيرة الجينية العملية للحوض الجيني للكلاب البكينية متداخلة جغرافياً، لكن ليس جينياً (باستثناء عندما تهرب أنثى كلب وتتزاوج) مع الجزر الجينية العملية للحوض الجيني لكلاب البوكسر boxer وكلاب القديس برنارد St Bernard .

الآن لنعد إلى الملاحظة التي فتحت نقاشي عن الأحواض الجينية بها. لقد قلت أنه لو نُظِر إلى البشر المدجنين كناحتين، فإن ما ينحتونه بأزاميلهم ليس أجساد الكلاب بل الأحواض الجينية. إنها تبدو كأنها أجساد الكلاب لأن المدجنين قد يبدون اهتماماً_مثلاً_ بتقصير خطوم الأجيال المستقبلية من كلاب البوكسر. والمنتج النهائي لاهتمام كهذا سيكون بالفعل خطوماً أقصر، كما لو كان إزميلٌ قد استُعمِل على وجه الأسلاف. لكن_كما قد رأينا_فإن الكلب النموذجي في أي جيل هو عينة لل للحوض الجيني المعاصر له. إنه الحوض الجيني ما قد نُحِت ونُجِر خلال السنوات. استُبعِدَت جينات الخطوم الطويلة من الحوض الجيني واستُبدِلت بجينات الخطوم القصيرة. كل سلالة من الكلاب_من الدشهند dachshund الألماني إلى الدلماسي، والبوكسر إلى كلب البورزوي borzoi الروسي، والبودل poodle إلى الكلب البكيني، والكلب الدنماركي الضخم Great Dane إلى الشيهواهوا chihuahua_قد نُحِتَت وقُطِّعَت وشكلت كعملية الخزف وصيغت، ليس حرفياً كأجسادٍ وعظام بل في أحواضها الجينية.

لم يَقم بالأمر كله عن طريق النحت. فالكثير من السلالات المألوفة لنا من الكلاب كانت أصلاً استُمِدَت كهجن من سلالات أخرى، في أغل الأحيان حديثاً تماماً، على سبيل المثال في القرن التاسع عشر. التهجين_بالتأكيد_يمثل انتهاكاً مدروساً لعزلة الأحواض الجينية على الجزر العملية. بعض مشاريع التهجين خُطِّطَت بعناية لدرجة أن المدجنين سيستاؤون من أن توصف منتجاتهم كهجائن أو خلائط (كما وصف الرئيس أوباما نفسه بابتهاج). الـ"Labradoodle" هو هجين بين البودل poodle القياسي وكلب الـLabrador الصياد، إنه النتيجة لبحث متقن بعناية عن أفضل مزايا كلا السلالتين. لقد أنشأ مالكو الـLabradoodle مجتمعات وجمعيات تماماً كالتي لسلالات الكلاب الأصيلة المستولدة. هناك مدرستان للتفكير في الولع بالـLabradoodle، وعند كل مربي الهجائن الأخرى المشابهة. فهناك من هم قانعون بعمل كلاب لابرادودول Labradoodle بمزاوجة كلاب البودل واللابرادور سوياً. وهناك من يحاولون بدأ عمل حوض جينيّ جديد للـLabradoodles ، والتي سوف تُدجَّن بشكل صحيح، عندما تُزاوَج الـLabradoodles سوياً. حالياً، تتشكل جينات الجيل الثاني من الـLabradoodles بشكل جديد غير ما لدى الآباء لتنتج تبايناً أكثر مما يُفترَض أن تُظهِر الكلاب نقية السلالة المستولدة. هذه هي الكيفية التي تبدأ بها الكثير من السلالات "النقية": يمرون عبر مرحلة وسطى من التباين المرتفع، تُشذَّب فيما بعد من خلال أجيال من التدجين المعتني.

أحياناً، تتخذ السلالات الجديدة بدايتها بتبني طفرة واحدة رئيسية هامة. الطفرات هي التغيرات العشوائية في الجينات التي تؤلف المادة الخام للتطور بالانتخاب غير العشوائي. في الطبيعة، نادراً ما تبقى الطفرات الكبيرة، لكن علماء الوراثة يحبونها في المعمل لأنها

سهلة الدراسة. يمكن الحصول على سلالات من الكلاب ذوي الأرجل القصيرة جداً_ككلاب صيد باسيت والدَشهند الألماني basset hounds and dachshunds_ بخطوة واحدة بطفرة وراثية تُدعى نقص التعظم الغضروفيّachondroplasia، وهو مثال كلاسيكيّ لطفرة وراثية كبيرة لن تبقى على الأرجح في الطبيعة. إن طفرة مماثلة مسؤولة عن أكثر أنواع القزامة البشرية انتشاراً: الجذع ذو حجم طبيعيّ تقريباً، لكن الرجلين والذراعين قصار. هناك مسالك جينية متطفرة أخرى تنتج سلالات مصغرة تحتفظ بالنسب الأصلية. يمكن لمربي الكلاب تحقيق تغييرات في الحجم والشكل باختيار تأليفة من طفرات رئيسية قليلة كنقص التعظم الغضروفي والكثير من الجينات الثانوية. إنهم لا يحتاجون إلى فهم علم الوراثة لتحقيق التغيير على نحوٍ فعال. فدون أي فهم على الإطلاق، فقط باختيار من يتزاوج مع من، يمكنك أن تُدجِّن لكل أنواع الصفات المرغوبة. هذا ما حققه مدجنو الكلاب_ومدجنو الحيوانات والنباتات عموماً_منذ قرونٍ قليلة قبل أن يفهم أي شخص أي شيء عن علم الوراثة. وهناك درس في ذلك عن الانتخاب الطبيعي، لأن الطبيعة_بالتأكيد_ليس لها فهم أو إدراك لأي شيء على الإطلاق.

أشار عالم الحيوان الأمِركيّ Raymond Coppinger إلى أن جراء السلالات المختلفة أكثر تشابهاً بكثير إلى بعضهم البعض من الكلاب البالغة. لا يمكن أن يكون الجراء مختلفين، لأن الشيء الرئيسي الذي يحتاجون لفعله هو الرضع، ويقدم الرضع نفس التحديات تقريباً لكل السلالات. على الأخص، ليكون الجرو جيداً في الرضع، لا يمكنه أن يكون له خطم طويل كالكلب الروسيّ الـ borzoi أو كلب الصيد البالغ. لهذا يبدو كل الجراء ككلاب البج pugs فطساء الأنوف. يمكنك القول أن كلاب البج البالغة هي إلى حدٍ بعيد جراء لم تستطِل وجوههم. معظم أنواع الكلاب_بعد أن يُفطَموا_يطورون خطوماً أطول نسبياً. أما كلاب البج والبلدوج bulldogs والبكينية Pekineses فلا يفعلون، فهم ينمون في مناطق أخرى، بينما تحتفظ خطومهم بنسبها الطفولية. المصطلح التقني لهذا هو بقاء صفات الطفولة neoteny، وسنقابله مجدداً عندما نتناول تطور البشر في الفصل السابع.

لو أن حيواناً ينمو بنفس المعدل في كل أجزائه، بحيث يكون البالغ منه صورة مطابقة متضخمة بشكل متماثل فحسب من الطفل، فإنه يقال عنه أنه ينمو على نحو تقايسي (متساوي المقاييس). النمو التقايسي نادر تماماً. ففي النمو الغير تقايسي_بالمقارنة_تنمو الأجزاء المختلفة بمعدلات مختلفة. أغلب الأحيان، تحمل معدلات نمو الأجزاء المختلفة لحيوان نوعاً من العلاقة الرياضية البسيطة بين بعضها البعض، وهي ظاهرة حُقِّقَت على نحو خاص من جانب السير Sir Julian Huxley في ثلاثينيات القرن العشرين. تنجز سلالات الكلاب المختلفة أشكالها المختلفة من خلال الجينات التي تغيِّر علاقات النمو غير متساوي القياسات بين أجزاء الجسد. كمثال، تحصل كلاب البلدُج على عبوسها الكَنَسِيّ من ميل جينيّ اتجاه نمو أقل للعظام الأنفية. هذا له تأثير تسميعيّ *[أي ثانوي غير مباشر]* على النمو النسبي للعظام المحيطة، وفي الحقيقة كل الأنسجة المحيطة. إحدى هذه التأثيرات التسميعية هو أن الحنك ينسحب نحو الأعلى في موضع غير ملائم، لذا تبرز أسنان البلدُج ولها نزوع لسيلان اللعاب. لدى كلاب البلدُج أيضاً مشاكل تنفسية، والتي يتشاركونها مع الكلاب البكينية. حتى أن لدى البلدُج صعوبة في الانولاد لأن الرأس كبير على نحو غير متجانس. معظم إن لم يكن كل البلدج التي نراها اليوم قد وُلِدَت بالعملية القيصرية.

كلاب البورزوي Borzois الروسية هي النقيض. لديهم خطوم أكثر طولاً. في الحقيقة، هم غير اعتياديين في ذلك حيث أن استطالة الخطم تبدأ قبل ان يولدوا، مما على الأرجح يجعل جراء البورزوي رُضَّعاً أقل براعةً من السلالات الأخرى. خمن Coppinger أن

رغبة البشر لتدجين كلاب بورزوي ذوي خطوم طويلة قد وصلت إلى حدٍ فرضته القدرةُ على البقاء للجراء محاولي الرضع.

ما الدروس التي نتعلمها من تدجين الكلب؟ أولاً، يبرهن التنوع العظيم بين سلالات الكلاب_من الدنماركيّ الضخم إلى اليوركي Yorkies، من الإسكتلندي Scotties إلى الـ Airedales، من الـridgebacks إلى الدشهَنْد، ومن الوبت إلى كلاب القديس برنارد_كم هو سهل على الانتخاب غير العشوائيّ للجينات_الناحت والناجر للأحواض الجينية_إنتاج تغيرات درامية حقاً في التشريح والسلوك، وبسرعة شديدة. وعلى نحو مدهش، قد يتضمن الأمر جيناتٍ قليلة، إلا أن التغيرات كبيرة للغاية، فالفروق بين السلالات دراميّ للغاية، بحيث كنت ستتوقع أن يستغرق تطورهم ملايين السنين بدلاً من مسألة قرون. إن كان تغيرٌ تطوريٌّ كثير يمكن أن يُحَقّق خلال قرون قليلة فحسب أو حتى عقود، ففكر فحسب فيما قد يُحقّق خلال عشرة أو مئة مليون سنة.

ناظرين إلى العملية خلال القرون، فإنه ليس خيالاً فارغاً أن البشر مدجني الكلاب قد تحكموا في أجساد الكلاب كصياغة الطين وضغطه وسحبه وخزفه إلى شكل، أكثر أو أقل حسب الرغبة. بالتأكيد_كما قد أشرتُ سابقاً_لقد خزفنا في الحقيقة ليس أجساد الكلاب بل الأحواض الجينية للكلاب. وتعبير (نحتنا) هو مجاز أفضل من(خزفنا). فبعض النحاتين يعمل بأخذ قطعة من الطين وعجنها إلى شكل. والآخرون يأخذون قطعة من الصخر أو الخشب، وينحتونها بطرح كسرات بإزميل. بجلاءٍ لا ينحت هاووو الكلابِ الكلابَ إلى أشكال بطرح كسرات أو قطع من أجساد الكلاب. لكنهم يقومون بشيء شبيه بنحت الأحواض الجينية للكلاب بطرح كسرات. إن الأمر أكثر تعقيداً من طرح أجزاءٍ رغم لك. لقد أخذ مايكل أنجلو قطعة رخام غليظة، وأزال منها لتوحي بداوود[1] مختبئاً في داخلها. لا شيء أضيف. أما الأحواض الجينية_على الجانب الآخر_فيضاف إليها باستمرار، على سبيل المثال بالتطفر، بينما في نفس الوقت يزيل الموتُ غير العشوائيّ. ينقطع هنا التشابه الجزئي مع النحت، ولا ينبغي أن يُتابَع بعنادٍ أكثر من اللازم، كما سنرى مجدداً في الفصل الثامن.

تستدعي فكرة النحت إلى الذهن البنيات الجسدية للبشر لاعبي كمال الأجسام، والمكافئات غير البشرية كسلالة الماشية البلجيكية الزرقاء Belgian Blue breed. لقد اختُرِع هذا المصنع للحوم البقرية السائر على قدمين من خلال تعديل جيني معين يُدعى (باني العضلات المضاعف). هناك مادة تدعى ميوستاتين myostatin ، والتي تحد من نمو العضلات. إن كان الجين الذي يصنع الميوستاتين معاقاً تنمو العضلات أكبر من المعتاد. غالباً تكون الحالة أن جيناً معيناً يمكن أن يتطفر بأكثر من طريقة لينتج نفس النتيجة، وبالفعل هناك طرق عديدة يمكن أن يُعطَّل بها الجين صانع الميوستاتين، بنفس التأثير. هناك مثال آخر لنفس الحالة في سلالة من الخنازير تُدعى الغريب الأسود Black Exotic، وهناك أفراد من الكلاب من سلالات مختلفة تُظهِر نفس التعضل المضخم لنفس السبب. يحقق لاعبو كمال الأجسام بنية مشابهة بنظام شديد من التدريب، وغالباً باستخدام الستيرويدات الأيضية البنائية: كلاهما تلاعبان بيئيان يحاكيان جينات الماشية البلجيكية والغريب الأسود. النتيجة النهائية هي نفسها، هذا درس في حد ذاته. يمكن أن تُنتِج الوراثة والتغيرات البيئية نتائج متطابقة. إن أردتَ أن تبني طفلاً بشرياً ليفوز في مباراة كمال أجسام واحتجت لتوفير عدة قرون، يمكنك ان تبدأ بالتلاعب الجيني، مهندساً نفس الجين الغريب كالذي يميز سلالة الماشية البلجيكية وخنازير الغريب الأسود. وبالفعل، هناك

[1] اعتاد المعظم على التقليد القديم لكتابتها داود في العربية، لكني ثائر على بعض التقاليد اللغوية، كاستعمالي كذلك ضمير العاقل لبعض الحيوانات العليا من الثدييات كالقطط والكلاب والخيول والقرود والدلافين مثلاً، باستعمال جمع المذكر السالم مثلاً بدلاً من جمع المؤنث السالم وضمير المؤنث الجمعيّ، لما اعتبرتها لها كثير من الذكاء والعقل والوعي والمشاعر_م

بعض البشر معروفون بأن لديهم إلغاءً لجين الميوستاتين، ويميلون إلى أن يكونوا متعضلين على نحو يفوق الطبيعيّ. إن بدأتَ مع طفل متطفر وجعلته يرفع حديداً كذلك (من المفترض أن الماشية والخنازير لا يمكن إقناعها بالتلطف بهذا)، يمكنك أن تصل على الأرجح إلى شيء أكثر خيالاً من Mr Universe.

تتمادى المعارضة السياسية للتربية المحنّة لسلالة البشر أحياناً إلى التأكيد الخاطئ على الأغلب أنها مستحيلة. ليس فقط أنها غير أخلاقية_لعلك قد سمعت هذا قد قيل_بل أنها لن تعمل. للأسف، فإن القول أن شيئاً خاطئاً أخلاقياً، أو غير مرغوب به سياسياً، ليس معناه القول أنه لن يعمل. ليس لديَّ شك أنك_لو عقدتَ العزم لهذا وكان لديك وقت كافٍ وقوة سياسية كافية_ستربي جنساً من بنائي الأجسام الخارقين، أو الواثبين، أو رماة الجلة، أو صيادي اللؤلؤ، أو مصارعي السومو، أو العدائين الخارقين،أو_أنا أظن، وإن يكن الآن بثقة أقل، حيث لا حيوانات تعتبر سوابق في هذا_موسيقيين وشعراء ومختصي رياضيات وذائقي نبيذ خارقين. سبب كوني واثقاً بشأن التربية الانتخابية للبراعة الرياضية هو أن الخواص المتطلبة مشابهة للغاية للتي تعمل على نحو يمكن إثباته في تربية خيول السباق وخيول العربات، والكلاب السلوقية وكلاب الزلاجات. سبب كوني واثقاً تماماً من الإمكانية العملية _رغم انه ليس الأخلاقية أو الرغبة السياسية_للتربية الانتخابية للصفات العقلية أو أي صفات بشرية على نحو استثنائي قصري هو أن هناك أمثلة قليلة للغاية حيث فشلت محاولة في التربية الانتخابية في الحيوانات على الإطلاق، حتى بالنسبة لصفات يُظن أنها مدهشة. من كان ليظن أن الكلاب_كمثال_يمكن أن تدجن لمهارات تجميع الخراف أو تحديد المواقع أو مضايقة الثور؟

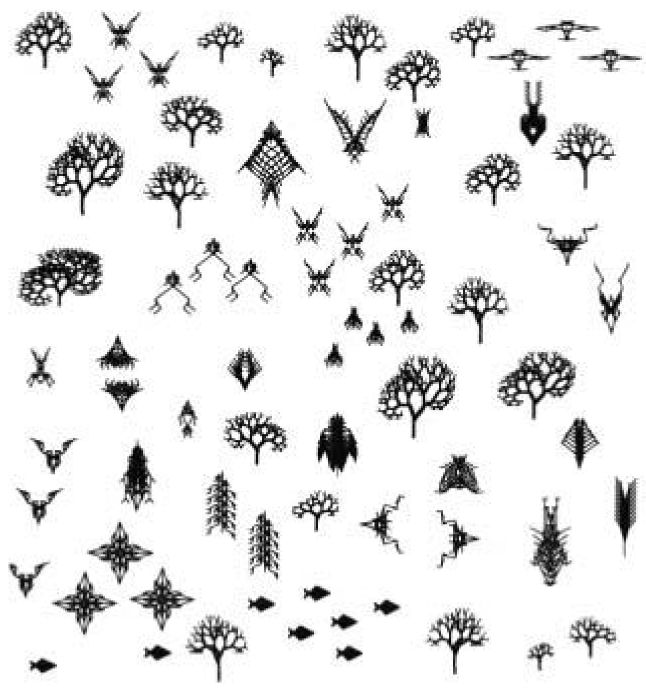
تريد حصيلة ألبان عالية في الأبقار، تبتغي كمية أزيد بجالونات إضافية أكثر مما يمكن أن تحتاجه الأمهات لتربية أطفالها الرضع؟ تستطيع التربية الانتخابية إعطاءها لك. يمكن أن تُعدَّل الأبقار لتنمي ضروعاً ضخمة وثقيلة الحركة، وهذه تستمر في إنتاج كميات غزيرة من اللبن على نحو غير محدود، ولفترة طويلة بعد فترة الفطام الطبيعية لعجل. في الواقع، لم تُرَبَّ خيولٌ منتجة للَّبن بهذه الطريقة، لكن هل سيعارض أي أحد رهني على أننا يمكننا القيام بهذا لو حاولنا؟ وبالتأكيد، نفس الشيء سيكون صحيحاً عن صنع بشر منتجات للألبان، لو أراد أي أحد أن يجرب. الكثير من النساء المخدوعات بخرافة أن الأثداء الكبيرة كالبطيخ جذابة يدفعن للجراحين مبالغ ضخمة من المال لزرع السيليكون، مع نتائج غير جذابة (بالنسبة لأموالي). هل ارتاب أي أحد بأن_بتوفير أجيال كافية_نفس الشكل المعيب يمكن إنتاجه بالتربية الانتخابية، على نفس طريقة الأبقار الفيريسية Friesian cows ؟

منذ حوالي ٢٥ عاماً طورت برنامج محاكاة كمبيوترية لتوضيح قوة الانتخاب الاصطناعي: نوع من لعبة كمبيوتر متكافئة مع عملية تربية الزهور أو الكلاب أو الماشية. يواجه اللاعب مصفوفة من تسعة أشكال على الشاشة (أشكال بيولوجية كمبيوترية). الكائن المتوسط بينهم هو "الأب" للثمانية المحيطين به. كل الأشكال تم إنشاؤها تحت تأثير دستات من الجينات أو ما يماثلها افتراضياً. والتي هي ببساطة على شكل أعداد وُرِّثَتْ من "الأب" إلى "النسل"، مع احتمالية "طفرات" صغيرة تطرأ أثناء ذلك. تُمثِّل الطفرة (في هذا البرنامج الكمبيوتري الافتراضي) بزيادة أو نقص ضئيل في القيمة العددية لجين "الأب". كل شكل تم إنشاؤه تحت تأثير مجموعة معينة من قيم الأعداد، والتي هي القيم المعينة لدستة الجينات. اللاعب يلقي نظرة على مصفوفة التسعة أشكال ولا يرى الجينات، بل يختار الشكل المفضل للـ"جسد" الذي يريد أن يبدأ التربية منه. عندئذٍ تختفي الأشكال البيولوجية الافتراضية الثمانية الأخرى من الشاشة. ينزلق المختار إلى منتصف الشاشة، و"يضع" ثمانية أبناء مطفَّرين جدد. تتكرر هذه العملية لأجيالٍ على قدر ما لدى اللاعب من وقت للعبة،

والشكل المتوسط أو الشائع للـ"كائنات" على الشاشة "يتطور" تدريجياً كلما مضت "الأجيال". الجينات فقط هي ما يُنقَل من جيل إلى آخر تال، وهكذا فباختيار الأشكال البيولوجية مباشرةً بالنظر، فإن اللاعب بغير قصدٍ عمديّ يختار الجينات، وهذا ما يحدث بالضبط عندما يختار المربون كلاباً أو زهوراً لتربية سلالةٍ منها.

هذا كل ما يمكن قوله بخصوص الوراثة في البرنامج. تبدأ اللعبة في إثارة اهتمامنا عندما نأخذ في الاعتبار (علم الأجنة). فالتنمي الجنيني الافتراضي لشكل بيولوجي افتراضي على الشاشة هو العملية التي تؤثر فيها جيناته (تلك القيم العددية) على شكله. يمكن تخيل أشكال وأنماط أجنة مختلفة كثيرة، وقد جربت القليل منهم حقاً. برنامجي الأول المسمى بـ(صانع الساعات الأعمى) يستعمل شجرة أنساب تنمو. وهي عبارة عن جذع رئيسيّ يتفرع منه "فرعان"، ثم يتفرع كل فرع إلى فرعين متفرعين منه، وهلم جراً. عدد الفروع وزواياها وأطوالها كلها خاضعة للتحكم الجيني، فيتحدد بالقيم العددية للجينات. إحدى السمات الهامة لشجرة الأنساب التطورية المتفرعة هي أنها ارتجاعية. لن أتوسع في شرح هذه الفكرة هنا، لكنها تعني أن طفرة وحيدة نموذجياً لها تأثير على كل الشجرة، وليس ركناً واحداً منها فقط.

رغم أن برنامج صانع الساعات الأعمى ينطلق من شجرة متفرعة بسيطة، فإنه سرعان ما يهيم في أرض عجائب للأشكال المتطورة، كثير منها ذو جمال غريب، وبعضها_وهذا يعتمد على مقاصد اللاعب البشري_تأتي مشابهةً لكائنات مألوفة كالحشرات والعناكب ونجوم البحر. بالصورة أدناه "حديقة سافاري" للكائنات التي أوجدها لاعبٌ واحد للعبة (هو أنا) في الحقول المجهولة والمواضع الخفية لأرض العجائب الكمبيوترية العجيبة. في نسخة متأخرة أحدث لهذا البرنامج، وسَّعتُ قدرات الشجرة التطورية لأسمح للجينات بالتحكم في لون وشكل "فروع" الشجرة.



أشكال من برنامج (صانع الساعات الأعمى)

ثمة برنامج آخر أكثر اتقاناً، يدعى (الأشكال المفصلية) Arthromorphs، والذي كتبته بالمشاركة مع Ted Kaehler، والذي عمل لاحقاً في شركة Apple للكمبيوتر، يشتمل على برنامج عمل "شجرة تطورية" ذي بعض الخصائص "البيولوجية" المثيرة للاهتمام المهيأة

خصيصاً لـ"التربية الاصطناعية" للـ"حشرات" و"العناكب" و"كثيرات الأرجل أو أمهات أربع وأربعين" وكائنات افتراضية أخرى مشابهة لأنواع المفصليات. لقد شرحت في كتابي (تسلق جبل الغير محتمل) *Climbing Mount Improbable* برنامج (الأشكال المفصلية)، إلى جانب شرحي لبرنامج الأشكال البيولوجية biomorphs، والأشكال الصدفية conchomorphs (أشكال افتراضية للرخويات الكمبيوترية)، وبرامج أخرى من نفس النمط.

كما يشاء الحظ، فإن حسابيات تطور الأصداف مفهومة تماماً، لذا فإن عملية "الانتخاب الاصطناعيّ" الافتراضية مستعملةً برنامجي (الأشكال الصدفية) قادرة على توليد أشكال شبيهة بالكائنات الحية للغاية (انظر الصورة أدناه). سوف أشير لاحقاً إلى هذه البرامج، لعمل قصد آخر تماماً في الفصل الأخير من هذا الكتاب. أما هنا فقد قدمتهم لغرض توضيح قوة الانتخاب الاصطناعيّ، حتى في بيئة كمبيوترية مبسَّطة للغاية. أما في العالم الحقيقي للزراعة أو البستنة، عالم هاوي الحمام أو مربي الكلاب، فإن الانتخاب الاصطناعي يمكنه عمل ما هو أكثر بكثير. إن البرامج الافتراضية Biomorphs, arthromorphs and conchomorphs توضح المبدأ فقط، على نحو مشابه قليلاً لنفس الطريقة التي يوضح بها الانتخاب الاصطناعي ذاته المبدأ المسؤول عن الانتخاب الطبيعيّ، كما سنرى في الفصل التالي.



أشكال صدفية: قواقع مولدة بالكمبيوتر شكَّلها "الانتخاب الصناعيّ" الافتراضيّ الكمبيوتريّ

لقد كان لدارْون خبرة مباشرة بقوة الانتخاب الاصطناعيّ وقد أعطاه الأهمية الأكبر في الفصل الأول من كتابه (عن أصل الأنواع). لقد كان بذلك يمهد لقرائه ليوصل لهم بعد ذلك تبصره العلميّ العظيم عن قوة الانتخاب الطبيعيّ. فإذا كان البشر قد أمكنهم تحويل ذئب إلى كلب بكينيّ أو غيرها من أنواع الكلاب، أو الملفوف البريّ إلى القرنبيط والكرنب، في بضع قرون فقط أو آلاف الأعوام، فلماذا لا يؤدي البقاء غير العشوائي_عبر الانتخاب الطبيعي_للحيوانات البرية والنباتات نفس الأمر خلال ملايين الأعوام؟ تلك هي ما ستكون نتيجة قراءة الفصل القادم من كتابي هذا، لكن إستراتيجيتي ستكون الاستمرار أولاً في عملية التمهيد للفكرة، لتسهيل الانتقال إلى فهم الانتخاب الطبيعيّ.

الفصل الثالث: سبيل الزهور الهنيء إلى التطور الكبير

أرانا الفصل السابق كيف أن العين البشرية عاملةً على التربية الانتخابية خلال الكثير من الأجيال قد نحتت وشكَّلت أجساد الكلاب لتتخذ تنوعاً مذهلاً من الأشكال والألوان والأحجام وأنماط السلوك. لكن نحن البشر من المألوف أننا نقوم باختيارات مقصودة ومخططة. فهل هناك حيوانات أخرى تقوم بنفس الشيء كالمربين البشريين، ربما بلا قصد أو انتباه لكن مع نتائج مشابهة؟ الإجابة هي نعم، وهؤلاء يتقدمون بتمهيدنا لهذا الفصل إلى الأمام بثبات. يعمل هذا الفصل على الإقناع أو الإغواء التدريجيّ للعقل حيث ننتقل من النطاق المألوف لتربية الكلاب و الحيوانات والنباتات والانتخاب الاصطناعيّ إلى اكتشاف دارْوِن الكبير للانتخاب الطبيعيّ، من خلال بعض المراحل الفكرية النابضة بالحيوية. أول هذه المراحل المتوسطة عبر سبيلنا إلى الإقناع تأخذنا إلى الحديث عن عالم الزهور المحلاة بالرحيق. (ولنُسمِّه هنا مجازاً سبيل زهور الربيع للإقناع بالفكرة).

إن الزهور البرية زهور صغيرة متناسقة، جميلة على نحوٍ كافٍ، لكن لا يوجد بها شيء ليُكتَب عنها بإحكام بألفاظ وأسماء كنا لنسهب بها على غرار "زهرة السلام" Peace، أو "السيدة المحبوبة" Lovely Lady، أو "الأوفيليا" Ophelia. إن للزهور البرية شذا رقيقاً ضعيفاً واضحاً لا يمكن عدم تمييزه، لكنه ليس كتلك الزهور التي ينتشي المرء لشمها مثل زهرة "يوم الذكرى" Memorial Day أو زهرة " Elizabeth Harkness" أو زهرة "السحابة العطرة" Fragrant Cloud. لقد عملت العين والأنف البشريتين على انتخاب الزهور البرية اصطناعياً، مكبِّرة إياهم، مهذبة إياهم، مزيدة العبير الطبيعي إلى أقصى الدرجات، معدِّلة عادات النمو، وآخراً مدخلين إياهم في برامج تهجين معقدة، حتى صار لدينا اليوم_بعد عقود من التربية الانتخابية البارعة_مئات من التنوعات الثمينة، كلٌ منها له اسمه المثير للعواطف أو التذكاريّ، من لن تحبَّ أن يُسمَّى نوعٌ من الزهور باسمها؟

الحشرات كانت أول المدجنين

تخبرنا الزهور بنفس القصة التي عند الكلاب، لكن مع اختلاف واحد، والذي هو وثيق الصلة بإستراتيجيتنا في التمهيد للفكرة. فورود الأزهار_حتى قبل أن تباشر العيون والأنوف البشرية عملها في "النحت" الجينيّ_دانت بوجودها ذاته لملايين السنوات من النحت أو التشكيل الجينيّ المشابه جداً من قِبَل عيون وأنوف الحشرات (حسناً، ليست أنوفاً على وجه الدقة، بل قرون الاستشعار التي تشم بها الحشرات). وهذا ينطبق على كل أنواع الزهور التي تُجمِّل حدائقنا.

إن زهرة تبَّاع الشمس *Helianthus annuus* هي نبات شمال أمِركيّ، والذي يبدو شكله البريّ الأصليّ كالزهرة النجمية aster أو أقحوانة كبيرة. أما زهور تباع أو عبَّاد الشمس فقد تم تدجينها إلى حد أن تكون زهورها بحجم أطباق المائدة.[1]

[1] في الحقيقة، كما في كل أعضاء الأسرة الأقحوانية، فكل زهرة هي في الحقيقة عبارة عن زهور صغيرة كثيرة (زهيرات) محزومة معاً في قلب (تخت) الزهرة المختفي في الوسط. والتويجات الصفراء المحيطة بزهرة تباع الشمس هي في حقيقة أمرها تويجات (أو بتلات) الزهيرات حول الحافة فقط. إن للزهيرات في باقي التخت تويجات، لكنها أصغر من أن تُلاحَظ.

إن زهرة تباع الشمس الماموثية_دُجِّنَت أصلاً في روسيا_يصل طولها إلى ما بين ١٢ إلى ١٧ قدماً. أما قطر الزهرة فيقارب القدم، وهو ما يزيد على عشرة أضعاف حجم قرص زهرة تباع الشمس البرية، ولها عادةً رأس واحد (زهرة واحدة) لكل نبات، بدلاً من الزهور الكثيرة الأصغر بكثير في النبات البريّ الأصل. بالمناسبة، لقد بدأ الروس بتدجين هذه الزهرة الأمِركية لأسباب دينية. فخلال أيام الصيام الكبير والأيام الأربعة قبل ذكرى مولد المسيح يكون استعمال الزيت في الطبخ محرماً من قِبَل الكنيسة الأرثوذكسية، ولسبب جوهري لن أدعي فهمي العميق لهذا (فأنا غير مثقف بأعماق علم اللاهوت)، إلا أن زيت بذور عباد الشمس اعتُبِر معفىً من هذا التحريم.[1] هذا زوَّد بعنصر من عناصر الضغط الاقتصادي التجاري أدى إلى التربية الانتخابية قريبة العهد لتبَّاع الشمس. رغم ذلك، فأقدم بكثير من العصر الراهن كان الأمِركيون الأصليون (الهنود الحمر) قد انتخبوا وصقلوا هذه الزهور المغذية والمدهشة لاستعمالها كغذاء، وللأصباغ، والتزيين (الديكور)، وحققوا نتائج تتوسط ما بين زهور تباع الشمس البرية الأصل والحدود القصوى للأشكال المتنوعة المشكَّلة بالانتخاب المعاصرة. لكن قبل ذلك نقول مجدداً أن زهور تباع الشمس_ككل الزهور الملونة الوضيئة_تدين بوجودها نفسه للتربية الانتخابية (غير المقصودة) من قِبَلِ الحشرات.



الفرق كبير بين زهرة تباع الشمس البرية الأصلية والمدجنة التي قد تصل في حالات انتخابها المتطرفة إلى هذا الحجم

نفس الأمر ينطبق على معظم الزهور المعروفة لنا، على الأرجح كل الزهور الملونة بأي لون غير الأخضر والتي رائحتها أي شيء أكثر من مجرد رائحة نباتية غامضة. لكن ليس كل العمل تم إنجازه من قِبَل الحشرات، إذ أنه بالنسبة لبعض أنواع الزهور فإن ملقحيها الذين قاموا بالتربية الانتخابية الأولية كانوا الطيور الطنانة أو الخفافيش النباتية وحتى الضفادع، لكن المبدأ هو نفسه. لقد طُوِّرَت وعُزِّزت زهور الحدائق أكثر من قِبَلنا، إلا أن الزهور البرية التي بدأنا منها تثير انتباهنا في المقام الأول فقط لأن الحشرات والقوى الانتخابية الأخرى كانت قبلنا. أجيال من الزهور السلفية تم اختيارها من قِبَل أجيال من الحشرات السلفية أو أسلاف الطيور الطنانة أو ملقِّحون طبيعيون آخرون. إنه مثال جيد على نحو كامل للتربية الانتخابية، مع فارق ثانوي هو أن المربين كانوا الحشرات والطيور الطنانة، وليس البشر. على الأقل فأنا أعتقد أن الاختلاف ثانوي. وقد لا تتفق معي في الرأي، في هذه الحالة ما زال لدي تمهيد فكري لأقوم به.

1 ربما بسبب كونه نباتاً من العالم الجديد أي أمِركا، فإن تبَّاع الشمس غير مشار إليه بوضوح في كتب التقاليد الكنسية والعهد الجديد (الإنجيل)، إن العقل اللاهوتيّ المسيحيّ يبتهج بدقائق شرائع الطعام والبراعة المطلوبة لمراوغتها. وفي أمركا الجنوبية فإن حيوانات Capybara الكابيبار (نوع ضخم من قوارض خنازير غينيا) اعتُبِر سمكةً فخرية ليتماشى تناوله مع الشرائع الغذائية الكاثوليكية الخاصة بيوم الجمعة، على فرضية أنها تعيش في الماء. طبقاً لمؤلِّف كتب الطبخ Doris Reynolds فقد اكتشف متخصصو المآكل الكاثوليك منفذاً يسمح لهم بتناول اللحم في أيام الجُمَع (يوم الصلب حسب العقيدة المسيحية): دلِّ رجلَ خروف في بئر ثم اعتبرها سمكة! لا شكَّ أنهم كظاهريين حرفيين يعتبرون الله سهل الخداع على نحو شنيع.

ما الذي قد يحثنا على الاعتقاد بأنه فارق رئيسي؟ لأجل شيء واحد، فالبشر بإدراكٍ يعتزمون لتربية_لنقل مثلاً_أغمق وأسود زهرة أرجوانية يمكنهم الحصول عليها، وهم يقومون بذلك لإشباع هوى جمالي أو لأنهم يعتقدون أن الناس الآخرين سوف يدفعون المال لشرائها. أما الحشرات فلا تقوم بهذا لأسباب جمالية، بل لأجل....حسناً، هنا يجب أن نعود وننظر لكل مسألة الزهور وعلاقتها بملقحيها. إن الخلفية كالتالي دون أن أطيل في شرح هذا لعدم الإطالة والتعقيد: إن الأمر يتعلق بطبيعة التكاثر الجنسي التي تملي على الكائن أنه يجب ألا يتلاقح مع نفسه. فلو فعل ذلك سيصل_رغم كل شيء_إلى مرحلة يرتبك فيها التكاثر الجنسي ويضطرب في المقام الأول. حبوب اللقاح يجب أن تُنقَل بطريقة ما من نبات إلى الآخر. فالنباتات الخنثوية التي لديها أعضاء ذكرية وأنثوية ضمن الزهرة الواحدة غالباً ما تطورت لديها مسافات فاصلة لمنع النصف الذكري من تلقيح النصف الأنثوي. لقد درس دارْوِن نفسه الطريقة الرائعة التي يتحقق بها ذلك في زهور الربيع.

آخذين الاحتياجَ إلى التلاقح التهاجني كفرضية، فكيف تحقق الزهور العمل الخارق لتحريك حبوب اللقاح عبر الفجوة الفيزيائية التي تفصلهم عن الزهور الأخرى من نفس النوع؟ الطريقة الواضحة هي بالرياح، وكثرة من النباتات تستعملها. إن حبوب اللقاح هي ذَرور (بودرة) خفيف رقيق. فإن أطلقتَ كمية كافية منها في يوم كثير النسمات، فإن حبة أو اثنتين قد يكون لها الحظ أن تهبط على النقطة الصحيحة على زهرة من النوع الصحيح المطلوب. لكن تلقيح الرياح مُبدِّد. يحتاج الأمر إنتاجَ فائض ضخم، ولعل أكثر من يعلمون هذه المعلومة هم مرضى حمى الربيع أو القش الموسمية. الغالبية العظمى من حبوب اللقاح تهبط في مكان ما غير المكان الذي ينبغي أن تهبط فيه، ومعظم الطاقة والمعدات والمواد المكلفة تُهدَر. إلا انه يوجد طريقة أكثر توجيهاً لحبوب اللقاح لتصيب أهدافها.

لماذا لا تختار النباتات أسلوب الحيوانات، وتمشي هنا وهناك باحثةً عن نباتٍ آخر من نفس النوع، ثم تتزاوج معه؟ هذا سؤال أصعب للتعامل معه مما قد تظن. إنه ببساطة جواب دائريّ أن نقول لأن النباتات لا تمشي على أية حال، لكن أخشى أن هذا ما يمكننا فعله الآن[1]. إلا أن الإجابة أنها لا تحتاج إلى ذلك، ففي الحقيقة أن النباتات لا تسير، لكنْ الحيوانات تسير أو تطير، ولديها أنظمة عصبية قادرة على توجيههم إلى أهداف معينة، مع سعي للأشكال والألوان. كذا فإن كان هناك سبيل لحث حيوان على تغبير نفسه بحبوب اللقاح ثم أن يُفضِّل السير أو الطيران إلى نبات آخر من نفس النوع...

حسناً، إن الإجابة ليست سراً: هذا هو بالضبط ما يحدث. إن القصة في بعض الحالات معقدة إلى حد كبير وفي كل الحالات رائعة. كثير من الزهور تستعمل رشوة من الطعام، عادةً الرحيق. ربما كلمة رشوة متحاملة كثيراً. أتفضل جملة "دفع مقابل خدمات مقدمة"؟ أنا راض بكلا الجملتين، طالما أننا لا نسيء فهمها على نحو بشري قصدي. إن الرحيق شراب سكري، وقد صنعته النباتات خصيصاً وحصرياً فقط لتدفع وتزود بالوقود اللازم كلاً من النحل والفراشات والنمل والطيور الطنانة والخفافيش الطائرة و"وسائل نقل مؤجَّرة" أخرى. إنه مكلِّفٌ صنع جزء من طاقة أشعة الشمس والتي تمتصها أوراق النبات ونقلها عبر الأنبابيب، الأوراق التي هي بمثابة الألواح الشمسية للنبات. أما من وجهة نظر النحل والطيور الطنانة فهو وقود طيران عالي الطاقة. إن الطاقة التي تخزن في سكر الرحيق كانت يمكن أن تُستعمَل في أمور أخرى في اقتصاد النبات (أي تمثيله الغذائي)، ربما في عمل جذور، أو في ملء مخازن التخزين تحت الأرضية التي نسميها درنات وبصلات وجزر...إلخ، أو حتى في صنع كميات ضخمة من حبوب اللقاح لنشرها في في الاتجاهات الأربعة

[1] لقد ناقش Oliver Morton هذه المسألة ومسائل أخرى شبيهة في كتابه الممتع الأشبه بقصيدة غنائية (أكل الشمس) Eating the Sun

للرياح. على نحو واضح، فإنه بالنسبة لعدد كبير من أنـواع النباتـات، فـإن عمليـة المقايضـة أو تبـادل المصـالح تـأتي في صـالح الـدفع للحشرات والطيور لأجل أجنحتهم، وتزويد عضلاتهم الطائرة بالسكر. لكن هذا ليس دوماً تفضيل شامل رغم ذلك، لأن بعض النباتـات تستعمل حقاً تلقيح الرياح فقط، فيما يبدو لأن تفاصيل ظروفهم الاقتصادية تميل بتوازنهم في هذا الاتجاه. فالنباتات لها اقتصاد طاقـة و _كأي اقتصاد_قد يفضِّل تبادل المصالح اختيارات مختلفة وفقاً للظروف المختلفة. هذا درس هام في علم التطور_بالمناسـبة_فـإن الأنـواع المختلفة تقوم بالأمور بطرق مختلفة، وعادةً لا نفهم الاختلافات حتى نفحص كامل اقتصاد النوع.

فإن كان تلقيح الرياح عند أحد طرفي سلسلة تقنيات التلقيح التهاجني، ولنسمِّه "الطرف المُبـدِّد". فمـاذا سـيكون عنـد الطـرف الثـاني، أسيكون طرف "الرصاصة السحرية" التي لا تخطئ هدفها. في الواقع فإن القليل جداً من الحشرات يمكن الاعتماد عليها لتطير كرصاصة سحرية مباشرة من الزهرة التي التقطت منها حبات اللقاح إلى زهرة أخرى من نفس النوع الصحيح بالضبط. أمـا الـبعض فيتجـه إلى أي زهرة كبيرة أخرى، أو ربما إلى أي زهرة من نفس اللون، وتظل مسألة حظ ما إذا كان سيصادف أن تكون نفس نـوع الزهـرة الـتي قـد دَفعَتْ للتو من رحيقها. رغم ذلك، فهناك بعض الأمثلـة المحببـة للـنفس لزهـور تتموضـع في اتجـاه طـرف "الرصاصـة السـحرية" مـن السلسلة. في أعلى تلك القائمة زهور الأوركيدات (السحلبيات)، ولا عجب أن تشارلز دارْوِن خصص كتاباً كاملاً من كتبه عنها.

لقد لفت كلٌ من دارْوِن ومشـاطره في نفس الاكتشـاف_اكتشـاف الانتخـاب الطبيعـي_ألفِـرد والاس الانتبـاهَ إلى نـوع مـذهل مـن زهـور الأوركيدات من مدغشقر، اسمه *Angraecum sesquipedale* (انظر الصورة في الصفحة الملونة٤)، وكلا الرجلين قام بنفس التوقع العلمي الجديد بالملاحظة، والذي تم إثباته لاحقاً بانتصار. فلهذا الأوركيد عدة رحيق أنبوبية أعمـق بـأكثر مـن أحـد عشـر بوصـة مـن مسـطرة دارْوِن، أي حوالي ٣٠ سنتيمتراً، إن نوعاً آخر ذا قرابة *Angraecum longicalcar* له أذرع حاملة للرحيق أطول من ذلك أيضاً، تصـل إلى ٤٠ سنتيمتراً (أكثر من ١٥ بوصة). لقد تنبأ دارْوِن معتمداً بشكل صـرف علـى قـوة تواجـد *Angraecum sesquipedale* بمدغشـقر في كتابه عن زهور الأوركيد في عام ١٨٦٢م بأنه لابد أن يوجد "أنواع من الفـراش قـادرة علـى مـد ممصـاتها إلى طـول مـا بـين ١٠ إلى ١١ بوصة". أشار والاس لاحقاً بعد خمس سنوات (من غير المؤكد أنه كان قد قرأ كتاب دارْوِن عن الأوركيدات) إلى العديد من الفراشات لها خراطيم طويلة على نحو كافٍ تقريباً لتتوافق مع الحالة. كتب يقول:

"لقد قستُ بعنايةٍ أنبوبَ الامتصـاص لعينـة مـن فراشـة Macrosila cluentius مـن أمرِكـا الجنوبيـة في مجموعـة المتحـف البريطـاني، ووجدت أن طولها تسع بوصات وربع! إن أخرى من أفريقيا المدارية هي Macrosila morganii طول أنبوبها سبع بوصات ونصف. إن أنواعاً تكون لها ممصات أطول ببوصتين أو ثلاثـة سـيمكنها الوصـول إلى الرحيـق في زهـور Angraecum sesquipedale، الـتي تـتراوح حاملات رحيقها في الطول من عشرة إلى أربعة عشر بوصة. إن تواجد فراشـة كهـذه في مدغشـقر يمكـن التنبـؤ بـه علـى نحـو مضـمون، ويجب على علماء الطبيعة الذين يزورون الجزيرة أن يبحثوا عنها بـنفس درجـة التأكـد الـتي كانـت لعلمـاء الفضـاء الـذين بحثـوا عـن الكوكب نبتون، وكلاهما سيتساويان في النجاح!"

في عام ١٩٠٣، بعد موت دارْوِن لكن تماماً خلال عمر والاس الطويل، اكتُشِف نوعٌ من الفراش لم يكن معروفاً حتى ذلك الوقت والـذي اتضح أنه يحقق توقع دارْوِن ووالاس، وتم تكريم هذا التنبؤ في حينه بإعطاء الفراشة اسم النـوع الفرعـيّ *praedicta* [*مـن كلمـة لاتينيـة*

تعني التوقع أو المتنبأ به وهي شبيهة بمتحدرتها Predict *الإنجليزية _م*]. لكن حتى الفراشة *Xanthopan morgani praedicta*، الملقبة "فراشة دارْوِن الصقرية" ليست مؤهلة على نحوٍ كافٍ تماماً لتلقيح أوركيد *Angraecum longicalcar*، ووجود هذه الزهرة شجعنا على الشك في وجود فراشة أطول لساناً أيضاً من ذلك، بنفس التأكد الذي جعل ألفرد والاس يستشهد باكتشاف كوكب نبتون. بالمناسبة، هذا المثال البسيط يكذِّب_مرة أخرى_الادعاء بأن علم التطور لا يمكنه أن يكون تنبئياً لأنه يهتم بالتاريخ الماضي. إن تنبؤ دارْوِن ووالاس يظل صالحاً تماماً، حتى لو كان نوع فراشة *praedicta* لابد أنه قد وُجِدَ فعلياً قبل قيامهما بالتنبؤ. لقد كانا قد تنبآ أن_في وقتٍ ما في المستقبل_سيكتشف شخص ما فراشةً لها لسان طويل كفايةً للوصول إلى الرحيق في زهرة *A. sesquipedale*.





إن للحشرات قدرة رؤية لونية جيدة، لكن كل طيفهم ينتقل إلى فوق البنفسجي ويبتعد عن الأحمر. ومثلنا، فهم يرون الأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجي. وبخلافنا_رغم ذلك_فهم يرون جيداً أيضاً من خلال الطيف فوق البنفسجيّ، وهم لا يرون الأحمر، الذي يقع عند نهاية طيفنا الرؤيويّ. إن كان لديك زهرة أنبوبية حمراء في حديقتك، فسيكون رهاناً جيداً رغم أنه ليس توقعاً يقينياً، أنها تُلقَّح في الطبيعة ليس من قِبَل الحشرات، بل بالطيور، والتي ترى جيداً عند النهاية الحمراء لطيف الرؤية. ربما الطيور الطنانة لو كانت زهرة نبتة من القارة الأمِركية (العالم الجديد)، أو طيور التُّمَير Sunbirds لو كانت زهرة من العالم القديم (أفريقيا وآسيا وأروُبا). إن الزهور التي تبدو بسيطة لنا ربما تكون في الحقيقة مزوقة بسخاء بالنقط والخطوط لمساعدة الحشرات، التزيين الذي لا نستطيع أن نراه لأننا عميان بالنسبة إلى الطيف فوق البنفسجيّ. إن الكثير من الزهور تقود النحل إلى الهبوط عن طريق علامات هبوط، مرسومة على الزهرة في أصباغ فوق بنفسجية، والتي لا تستطيع العين البشرية أن تراها.

إن زهرة الغروب الربيعية (*Oenothera*) evening primrose تبدو صفراء لنا. لكن صورة مأخوذة بمرشح فوق بنفسجيّ تُظهِر نموذجاً مساعداً للنحل، والذي لا يمكننا إبصاره بالرؤية العادية (انظر الصفحة الملونة٥). في الصورة الفوق بنفسجية تبدو الزهرة حمراء، لكن هذا "لون زائف" فهو اختيار اعتباطي من قِبل عملية التصوير. فهذا لا يعني أن النحل يمكنه رؤيتها كحمراء. لا أحد يعلم كيف يبدو الفوق بنفسجي (أو حتى الأصفر أو أي لون آخر) للنحل.

إن مرجاً مليئاً بالزهور هو "ميدان ساعة" للطبيعة. إنه بمثابة ميدان الساعة اللندنيّ Piccadilly Circus الخاص بالطبيعة. أشبه بعلامة مصباح نيون هادئ، فالزهور تتغير من وقت إلى آخر في السنة حيث تأتي زهور جديدة كل فصل، يُقاد هذا بعناية بمفاتيح أو إشارات، وعلى سبيل المثال تغير طول النهار على مدى الفصول بتناسبٍ مع أنواع زهور كل فصل. هذه الظاهرة النباتية الفائقة تبرز في كل اللوحة الخضراء للمرج، وقد شُكِّلت ولُوِّنَت، عُظِّمت ووُضِعَت عليها اللمسات النهائية بالاختيارات التي تمت في الماضي من قِبَل عيون الحيوانات، وعيون الفراش، وعيون ذباب الزهور hoverfly or syrphid. إن تحدثنا عن غابات العالم الجديد (أمِركا) فيجب أن نضيف الطيور الطنانة، وفي غابات أفريقيا سنضيف طيور التمير sunbirds (عصافير متغذية على الرحيق والحشرات).

بالمناسبة، فإن الطيور الطنانة وطيور التمير ليسوا وثيقي القرابة بشكل خاص. إلا أنهم يبدون ويتصرفون كبعضهم البعض بسبب تقارب أسلوب الحياة، التي تدور على نحو واسع حول الزهور والرحيق (رغم أنهم يأكلون الحشرات كذلك). إن لديهم ممصات طويلة لسبر الرحيق، تتمدد عن طريق ألسنة أطول. إن طيور التُمَير أو التُمَّرة أقل صقلاً من الطيور الطنانة، والتي يمكنها حتى الطيران إلى الخلف كالهليكوبتر. وأيضاً فإن كلاً من الطيور الطنانة والفراش الصقري، رغم كونهما يفصل بينهما مسافة واسعة من الأفضلية في مملكة الحيوان، فقد تطور كلاهما تطوراً متقارباً (متشابهاً أو متلاقياً)، فكلاهما محلقان بارعان مع ألسنة طويلة على نحو مديد. (كل الأنواع الثلاثة من معدات امتصاص الرحيق مصورة في الصفحة الملونة ٥).

سنعود في هذا الكتاب إلى التطور المتقارب، لكن بعد أن نفهم الانتخاب الطبيعي على نحو ملائم. هنا، في فصلنا هذا، تغوينا الزهور وتسحبنا، خطوة تلو خطوة، خاطّةً طريقنا إلى هذا الفهم. إن عيون الطيور الطنانة، والفراش، والعث، وذباب الزهور، والنحل قد وقعت بشكل حاسم على الزهور البرية، جيلاً بعد جيل، مشكِّلة وملونة ومفخمة إياها، ناقشة ومنقطة إياها، بنفس الطريقة تقريباً التي فعلتها العيون البشرية لاحقاً لتنتج تنوعات مزارعنا، ومع الكلاب والأبقار والكرنب والذرة.

بالنسبة إلى الزهور، فإن تلقيح الحشرات يمثل تقدماً كبيراً في الاقتصاد مقارنةً بأسلوب تلقيح الرياح المُبدِّد كرشاش مسدس الماء. فحتى لو زارت نحلةٌ الزهورَ بلا تمييز، طائفةً بغير تمييز من عشب الحوذان buttercup (نبات بري له زهور صفراء كوبية الشكل) إلى وردة الذرة، من زهرة الخشخاش إلى بقلة الخطاطيف celandine، فإن حبة لقاح تعلق بالبطن المشعَّر للنحلة لديها فرصة أكبر بكثير لإصابة الهدف الصحيح، أي زهرة ثانية من نفس النوع، أكثر مما لديها لو بعثرتها الرياح. سيكون أفضل قليلاً نحلة ذات تفضيل للون معين، ولنقل الأزرق. أو نحلة بينما ليس لديها تفضيل لوني طويل الأمد فإنها تميل إلى تشكيل عادات لونية، بحيث أنها تختار الألوان في جولات. وسيظل الأفضل هو نحلة تزور زهور نوع واحد فقط. وهناك زهور_مثل أوركيد مدغشقر التي ألهمت تنبؤ دارْوِن ووالاس_يكون رحيقها متاحاً فقط لنوع محدد من الحشرات التي تخصصت في ذلك النوع من الزهور وتستفيد من احتكارها له. تمثل فراشات مدغشقر الرصاصة السحرية القصوى.

من وجهة نظر الفراش، فالزهور التي تمد بالرحيق بشكل موثوق هي مثل أبقار مطيعة منتجة لبونة. ومن وجهة نظر الزهور فإن الفراش الذي ينقل بشكل موثوق حبوب لقاحها إلى الزهور الأخرى من نفس النوع هو مثل خدمة نقل وشحن مدفوع لها جيداً، أو كحمام مدرب على العودة إلى المنزل جيداً. يمكن أن يُقال عن كل طرف أنه مُروَّض للآخر، قد رباه على نحو انتخابيّ ليؤدي وظيفة أفضل مما كان

يفعل سابقاً. إن البشر مربي سلالات الزهور لهم تقريباً نفس النوع من التأثيرات على الزهور كالتي للحشرات، فقط مفخمين إياها أكثر قليلاً. فإن الحشرات تربي الزهور لتكون وضيئة ومبهرجة. أما البستانيون فيجعلونها أكثر وضاءةً وبهرجة بعدُ. الحشرات تجعل الزهور عطرة على نحو سارّ، نحن مضينا بها أكثر وجعلناها أكثر عطريةً. عَرَضاً، فإنها صدفة محظوظة أن الروائح التي يفضلها النحل والفراش يصدُف أنها تتوافق معنا أيضاً. فإن زهوراً مثل (بنيامين النتن) (*Trillium erectum*) 'stinking Benjamin' أو مثل (زهرة الجثة) (*Amorphophallus titanum*) 'corpse flower'، والتي تستعمل ذباب اللحم وخنافس الجيف كملقحين، دوماً تثير اشمئزازنا، لأنها تحاكي رائحة اللحم الفاسد. مثل هذه الزهور لم يكن لها روائح يُعزِّزها المدجِّنون البشر.

بالتأكيد، فإن العلاقة بين الحشرات والزهور هي علاقة متبادلة، طريق ذو اتجاهين، وينبغي ألا نتجاهل النظر إلى كلا الاتجاهين. فقد (تربي) أو (تنتخب) الحشراتُ الزهورَ لتصير أكثر جمالاً، لكن ليس لأنها تستمتع بالجمال[1]. بالأحرى، فإن الزهور تستفيد من كونها ملاحظةً كجذابة من جانب الحشرات. فالحشرات باختيارها أكثر الزهور جاذبيةً لتزورها، "تُدَجِّن" بغير قصد لصالح االجمال النباتيّ. وفي نفس الوقت، تربي الزهورُ الحشراتِ لصالح القدرة على التلقيح. ومجدداً، فأنا أشير إلى أن الحشرات تربي الزهور لأجل إنتاج رحيق عالي، كمنتِجِ ألبان يربي أبقار Friesians ضخمة الضروع. إلا أن أحد "اهتمامات" الزهور أن تقتصد في رحيقها، فإن أشبعت حشرة ولم يكن لديها حافز للذهاب والبحث عن زهرة ثانية، فإن هذا سيكون خبراً مؤسفاً للزهرة الأولى، التي بالنسبة لها فإن الزيارة الثانية_زيارة التلقيح_هي جوهر كل العملية. بالنسبة للزهرة فإنه يجب إحراز توازن دقيق بين تقديم رحيق كثير للغاية (بالتالي لن تكون هناك زيارة لزهرة ثانية) وبين القليل للغاية (لا حافز لزيارة الزهرة الأولى بالتالي).

إن الحشرات تحلب وتستنزف الزهور لأجل رحيقها، وتنتخبها لأجل إنتاج أزيد، وغالباً ما تواجه مقاومة من الزهور، كما قد رأينا للتو. هل ينتخب مربو النحل (أو البستانيون ذوو الاهتمام بتربية النحل) الزهورَ لتصير أكثر إنتاجاً للرحيق، كما انتخب مزارعو مزارع الألبان الأبقار من نوع Friesian and Jersey؟ إنني مأسور لمعرفة الإجابة. في أثناء انتظار إجابة على هذا التساؤل، فإنه ليس هناك شك في التشابه بين البستانيين كمربي زهور جميلة وعطرة، والنحل والفراش والطيور الطنانة وطيور التمير التي تقوم بنفس الشيء.

الانتخاب الجنسيّ أو أنت هو منتخبي الطبيعي

هل هناك أمثلة أخرى على التربية الانتخابية من قِبَل العيون غير البشرية؟ أوه، نعم. فأول ما قد يخطر على ذهنِ كسولٍ هو الريش المموه الباهت لأنثى طائر الدرجة، مقارنةً بالذكر وضيء الألوان من نفس النوع. فلا شك أنه لو كان بقاؤه الفرديّ كفرد هو الشيء الوحيد الذي يهم، لكان انتخاب صفات ذكر الدرجة الذهبيّ "سيُفضِّل" أن يبدو مثل الأنثى، أو كنسخة ناضجة مما كان يبدو عليه عندما كان فرخاً. إن الإناث والفروخ الصغيرة مموهة جيداً على نحو واضح، وهكذا كان سيبدو الذكر أيضاً لو كان بقاؤه الفرديّ أولويته. نفس الأمر ينطبق على كل أنواع مثل نوع (السيدة أمهريت) و(مطوق الرقبة). تبدو الذكور مزخرفة وجذابة للمفترسين على نحو خطير. لكن كل نوع مزين بطريقة مختلفة جداً، أما الإناث فمموهة وباهتة اللون وكل نوع في درجة جماله مشابه للآخر. ما الذي يحدث هنا؟

---

[1] سوف نعود إلى الحديث عن هذا الإغراء الدائم في الفصل الثاني عشر، ولا يوجد سبب يدفع للاعتقاد أن لديها شعور جمالي.

إحدى الأساليب أن نقولها بطريقة دارْوِن: "الانتخاب الجنسيّ". لكن هناك تعبيراً يناسب على نحو أفضل هذا الفصل، إنه (التربية الانتخابية من قِبَل الإناث للذكور). إن الألوان الوضيئة قد تجذب المفترسين حقاً، لكنها تجذب إناث الدرجة أيضاً. إن أجيالاً من إناث الدرجة اختارت وتختار التزاوج مع الذكور الوضيئة المتألقة، بدلاً من الكائنات البنية الباهتة التي كانت ستبقى عليها الذكور بالتأكيد لولا التربية الانتخابية من قِبَل الإناث. نفس الشيء حدث مع إناث الطواويس التي ربت ذكور الطواويس على نحو انتخابيّ، ومع إناث طيور عصافير الجنة، وأمثلة كثيرة من الطيور والثدييات والأسماك والبرمائيات والزواحف والحشرات، حيث الإناث (في العادة الإناث وليس الذكور، لأسباب لا نحتاج الخوض فيها) تختار من بين الذكور المتنافسة. وكما حدث مع زهور الحديقة، فإن البشر مربي طائر الدراج أو الدرجة قد حسّنوا من العمل غير المخطط لإناث الدرجة الذي سبقهم، منتجين تنوعات مثيرة من الدراج الذهبي_كمثال_وذلك رغم أنه تم بالتقاط طفرة أساسية أو اثنتين بدلاً من التشكيل التدريجي للطائر عبر أجيال من التربية. لقد ربى البشر أيضاً انتخابياً بعض التنوعات المذهلة من الحمام (كما علِم دارْوِن في المقام الأول) والدجاج الذي يتحدر من طائر من الشرق الأقصى، هو دجاج الغابات الأحمر *Gallus gallus*.



تنوعات الدجاج: ثلاث رسومات من كتاب دارْوِن (تنوع الحيوانات والنباتات تحت تأثير التدجين)

معظم هذا الفصل عن الانتخاب بالعين، لكن الحواس الأخرى يمكنها فعل نفس الشيء. فقد ربى الهواة طيور الكناريا لأجل زقزقاتها، بالإضافة إلى مظهرها. عن طائر الكناريا البريّ الأصلي هو برقش (عصفور حسُّون) بني مصفر، ليس مثيراً للنظر إليه. يمكننا القول أن البشر المربين الانتخابيين قد أخذوا لوحة الألوان التي خرجت من قِبَل التنوع الوراثي العشوائي وصنعوا لوناً مميزاً كفايةً ليُسمَّى الطائر باسمه: الكناريا الأصفر. لكن الكناريا معروفة أكثر لأجل غنائها، وهذا أيضاً تم تنغيمه وإثراؤه من قِبَل البشر المربين. إن العديد من الطيور المغردة قد صُنِعوا، بما في ذلك طائر الشقراق، الذي رُبِّيَ ليغني بمنقارٍ مغلق، أو طيور الـWaterslagers التي يبدو صوتها كبقبقة الماء، والـTimbrados الجرسية التي تنتج نغمات رنانة معدنية شبيهة بالجرس، كلهم ذوو زقزقة كالصنجات تتلائم مع أصلهم الإسباني. إن النغمات المربَّاة تدجينياً أطول وأعلى وأكثر تكراراً من النوع السلفي البري. إلا أن كل هذه الأغاني الثمينة للغاية قد صُنِعت من عناصر توجد في الكناريا البري. تماماً كما جاءت سلوكيات وحيل سلالات الكلاب العديدة من عناصر وُجِدت في سلوكيات

الذئاب الاستعدادية (الكامنة). وعلى سبيل المثال، فإن سلوك جمع القطيع لدى كلاب قطيع الخراف مستمد من المطاردة عند الذئاب، مع إزالة القتل من آخر تسلسل الأحداث.

مرة أخرى، فإن البشر المدجنين ما زالوا يبنون فقط على الجهود الانتخابية الأبكر للطيور الإناث. فخلال الأجيال، انتخبت إناث الكناريا بغير وعي الذكور لأجل براعة غنائهم، باختيار التزاوج مع الذكور الذين تكون أغانيهم جذابة على نحو خاص. في الحالة الخاصة بطيور الكناريا يصادف أننا نعرف أكثر قليلاً. فإن طيور الكناريا (والحمام البري) قد كانت مادة مفضلة للأبحاث على الهرمونات والسلوك التكاثري. فمعروف أن في كلا النوعين يجعل غناء الذكر (حتى لو من شريط مسجل) مبايض الإناث تنتفخ وتفرز هرمونات تجعلها في حالة نشاط تناسلي وتجعلها أكثر استعداداً للتزاوج. يمكن القول أن ذكور الكناريا تتلاعب وتغوي بالإناث عن طريق الغناء لها. إن هذا تقريباً كأنهم يعطونهن حقناً هرمونية. يمكن للمرء أن يقول أيضاً أن الإناث تدجِّن الذكور انتخابياً لتصير مغنية أفضل فأفضل. إن طريقتيّ النظر إلى المسألة هي جانبين من نفس العملة. وكما بالنسبة إلى أنواع الطيور الأخرى_بالمناسبة_فإن هناك تعقيداً: الغناء ليس فقط جذاباً للإناث، بل إنه أيضاً معيق للذكور المنافسين.

والآن لنتقدم أكثر بهذا البرهان، فلننظر إلى الصور التالية، الأول هو قالب لقناع كابوكي —ياباني يمثل مقاتل ساموراي. والثاني هو سرطان (كابوريا) من النوع *Heikea japonica*، الذي يوجد في حدود المياه اليابانية. إن اسم الجنس *Heikea* أتى من اسم عشيرة يابانية دُعِيَت بـHeike، والتي هُزِمَت في البحر من قِبَل عشيرة منافسة تُدعى جنجي Genji في معركة دانو–أورا Danno-Ura عام ١١٨٥م. تقول الأسطورة أن أباح محاربي هايكي الغرقى تسكن الآن قاع البحر، في أجساد السرطانات. شجع انتشار هذه الأسطورة الشكل الموجود على ظهور هذه السرطانات، والتي تشابه الوجه المكفهر بضراوة لمقاتل ساموراي. لقد تأثر عالم الحيوان السير جوليان هكسلي على نحو كافٍ بهذا التشابه ليكتب:

"إن تشابه السرطان لوجه مقاتل ياباني غاضب دقيق وتفصيلي إلى حد كبير من أن يكون صدفوياً، لقد حدث لأن تلك السرطانات ذوات التشابه الأكمل لوجه محارب كانت تؤكل على نحو أقل تكراراً من السرطانات الأخرى."



قناع كابوكي لساموراي ياباني



سرطان من نوع Heikea japonica

اكتسبت هذه النظرية (أن أجيالاً من صيادي الأسماك المؤمنين بالخرافات قد أعادوا السرطانات التي تشابه وجوه البشر إلى البحر) تشجيعاً جديداً عام ١٩٨٠م، عندما ناقشها كارل ساجان في كتابه الرائع (الكون)، وبكلماته:

"افترضْ أن_بالصدفة_كان هناك بين الأجداد البعيدين لهذا السرطان، نشأ واحد كان يشابه_حتى لو بدرجة خفيفة_وجهاً بشرياً. حتى قبل معركة دانّو أورا، ربما قد كان صيادو الأسماك كارهين لتناول سرطان كهذا. فبإلقائهم إياها مجدداً كانوا يقومون بتحريك عملية تطورية....مع مرور الأجيال، من السرطانات وصائدي الأسماك على السواء، بقيت على قيد الحياة السرطانات ذوات الأنماط التي تشبه أكثر وجه ساموراي، حتى أُنتِجَ آخر الأمر ليس فقط وجه إنسان، ليس فقط وجهاً يابانياً، بل ومظهر ساموراي عبوس شرس."

إنها نظرية حبيبة، جيدة جداً عن أن تموت بسهولة، وقد نسخت المحاكاة نفسها في الحقيقة من خلال آلة الطباعة الجينية. حتى أني قد وجدت موقعاً على الشبكة الإنترنتية حيث يمكنك التصويت على ما إذا كانت النظرية صحيحة (٣١٪ من ١٣٣١ مصوت)، أو ما إذا كانت الصور مزيفة (٥٪)، أو ما إذا كان اليابانيون المهرة قد نحتوا قشر السرطانات ليبدو بذلك الشكل (٦٪)، وما إذا كان التشابه مجرد صدفة (٣٨٪)، أو حتى إذا كانت السرطانات هي حقاً ظهورات لمقاتلي الساموراي الغرقى (نسبة ١٠٪مدهشة). بالتأكيد فإن الحقائق العلمية لا تتحدد باستفتاآت، وقد صوَّتُ فقط لأني بالأحرى لم يكن مسموحاً لي برؤية أرقام التصويت ما لم أصوت. أخشى القول أني قد صوت مع قتلة البهجة. فأنا أعتقد _مع اعتبار كل التفاصيل_أن التشابه على الأرجح هو صدفة. ليس لأن_كما قد أشار متشكك موثوق_أن الضلوع والأخاديد على ظهر السرطان هي في حقيقة الأمر تدل على ملحقات العضلات التحتي. فحتى في نظرية هكسلي وتابعه ساجان، فإن صائدي الأسماك المؤمنين بالخرافات كانوا سيحتاجون للبدء من ملاحظة نوع ما من التشابه الأوليّ، حتى لو كان نمطاً خفيف الشبه متناسقاً من ملحقات العضلات فهو ما سيمد بالتشابه الأولي. أنا متأثر أكثر بملاحظة نفس الشكاك أن هذه السرطانات أصغر بكثير جداً من أن تستحق الأكل على أية حال. فطبقاً لرأيه، كل السرطانات من ذلك الحجم كانت ستُلقى مجدداً إلى الماء، سواء أكانت ظهورها تشابه الوجه البشري أم لا. رغم أني أحتاج إلى القول أن هذا المصدر الأكثر مصداقية في مجال التشكك قد نالت نظريته "عضة" كبيرة اقتطعت من قوة تشكيكه، عندما دُعِيتُ إلى عشاء في طوكيو وأمر مضيفي بصحن سرطانات لكل الرفقة، كانت أكبر بكثير من الهايكي، وكانت مغطاة بقشرة كلسية قوية بغلظة، لكن ذلك لم يوقف الرجل الخارق عن التقاط سرطانات كاملة، واحدة تلو الأخرى، ومضغها كأنها تفاحة، مع صوت قرمشة بدى للحس الداخلي لباناً دموياً على نحو بشع. إن سرطاناً صغيراً كالهايكي كان سيكون مهمة بسيطة لبطل متحلٍ بآداب الطعام كهذا. كان بالتأكيد سيبتلعها كاملةً دون أن يطرف له جفن!

إن السبب الرئيسي لديَّ للتشكك بشأن نظرية هكسلي وساجان أن العقل البشري يتحمس لرؤية وجوه في الأنماط العشوائية، كما نعلم من الدليل العلمي لعلم النفس. فعلى القمة تأتي الأساطير العديدة عن رؤية بعضهم لوجه المسيح أو العذراء مريم أو الأم تريزا على شرائح من خبز التوست المحمص، أو البيتزا، أو رُقَع من الرطوبة على حائط. هذا التحمس يُعزَّز إن انتقل النمط من العشوائية إلى الاتجاه المحدد لكونها متناسقة الجانبين. إن كل السرطانات (عدا السرطان الناسك) متناسقة الجانبين على أي حال. أنا أتشكك على كره بأن تشابه هايكي مع مقاتلي الساموراي ليس أكثر من صدفة، بنفس الدرجة التي أحب بها أن أصدق بأنه قد عُزِّز بالانتخاب الطبيعي.

لا بأس، فهناك وفرة من أمثلة أخرى لا تتضمن البشر، حيث الحيوانات الصيادة كما لو كانت ترمي مجدداً (أو حتى لا ترى في المقام الأول) ما كان سيكون طعاماً لها، بسبب تشابهه مع شيء مشؤوم، وحيث التشابه على نحو مؤكد ليس بسبب مصادفة. فلو كنتَ طيراً خارجاً لصيد اليساريع [*يرقات الفراش*] في الغابة، ماذا كنت لتفعل لو ووجهت فجأة بثعبان؟ ستقفز إلى الخلف مُروَّعاً، هذا هو تخميني، وبعد ذلك تبقى بعيداً عنه. حسناً، إن هناك يسروعاً ،لأكون دقيقاً الطرف الخلفي ليسروع يحمل تشابهاً لا لبس فيه مع الثعبان. إن هذا مقلق حقاً إن كنت تُرعَب من الثعابين. إنني اعترف بخجل ووجه متورد بأني أعتقد أني قد أكون كارهاً لالتقاط هذه الحشرة، رغم معرفتي تماماً على نحو كامل أنه في الواقع يسروع غير مؤذٍ (انظر صورة لهذا الكائن غير العادي في الصفحة الملونة ٧).
إن لدي نفس المشكلة مع محاولة التقاط ذباب الفاكهة محاكي الدبور ومحاكي النحل، رغم أني أرى_من امتلاكها لزوج واحد من الأجنحة_أنها ذبابات غير لاسعة. إن هؤلاء ضمن قائمة ضخمة من الحيوانات التي تحظى بحماية لأنها تبدو مثل شيء آخر: شيء لا يؤكَل كالحصى، أو كالغصين، أو سعفة طحلب بحري، أو كشيء بغيض يقيناً كثعبان أو دبور أو العينين المحملقتين لمفترس محتمل.

هل قد قامت الطيور إذن بانتخاب الحشرات لأجل تشابها مع طُرُز غير مستساغة أو معادية؟ يمكننا الإجابة بنعم بالتأكيد على أساس معنى واحد. فما الاختلاف_رغم كل شيء_بين هذا وبين إناث الطواويس المنتخبة لذكور الطواويس لأجل الجمال، أو البشر المنتخبين للكلاب أو الزهور؟ على نحو رئيسي، فإناث الطواويس تنتخب على نحو إيجابي لأجل شيء جذاب، بالاقتراب منه، بينما تنتخب الطيور صائدة اليسروع على نحو سلبي لأجل شيء منفر، بتحاشيه.

وهاكم مثالاً آخر هنا، وفي الحالة التالية (الانتخاب) إيجابي، رغم أن المُصطفِي لا يستفيد من اختياره، بل العكس: يمكث سمك أبي شص الذي يعيش في أعماق البحار على سطح قاع البحر، منتظراً فريسةً بصبر. مع ملاحظة أننا لا نؤثر على مسألتنا هذه حين نقول أن قصتنا هذه تنطبق على إناث أبي شص فقط، أما الذكور فهم دوماً أقزام صغيرة، يلتصق الواحد منهم تطفلياً بجسد الأنثى، كأنما زعنفة زائدة ضئيلة. وككثير من أسماك أعماق البحار، فإن سمكة أبي شص قبيحة بشكل ملحوظ بالنسبة لمقاييسنا، وربما بالنسبة لمقاييس السمك أيضاً، رغم أن هذا على الأرجح لا يهم لأن حيث تعيش تلك الأسماك تكون البيئة مظلمة جداً عن إمكانية رؤية الكثير. وكالكثير من سكان أعماق البحار، كثيراً ما تصنع إناث أبي شص ضوءها الخاص، أو بالأحرى فأنها لديها أوعية خاصة تحوي فيها بكتيريا تصنع الضوء لها. مثل هذا "التألق البيولوجي" ليس ساطعاً كفايةً ليعكس أية تفاصيل، لكن سطوعه يكفي لجذب أسماك أخرى. إن شوكة عظمية مما يكون لدى الأسماك العادية مجرد عظمة في زعنفة شعاعية الشكل، أصبحت مطولة وصلبة لتصنع عصا صيد. في بعض الأنواع فإن "العصا" طويلة ومرنة للغاية لدرجة أنك ستدعوها صنارة (شص_م) بدلاً من عصا. وعلى نهاية عصا أو صنارة الصيد ماذا

سيكون غير طُعْم، أو شَرَك. يتنوع شكل الطُعم من نوع إلى آخر، لكنه يشابه دوماً مادة طعام صغيرة: ربما دودة، أو سمكة صغيرة، أو مجرد شيء غير محدد لكنه سيبدو كطعام يتهزهز على نحوٍ مُغرٍ. عادةً ما يكون الطعم منيراً واضحاً حقاً، كعلامة نيون طبيعية، وفي هذه الحالة تكون الرسالة المومضة هي: "تعال وكلني". إن الأسماك الصغيرة تُغرَى حقاً، فتقترب لصيقاً من الطعم، وهو آخر شيء تقوم به في حيواتها، لأنه في تلك اللحظة تفتح سمكة أبي شص فمها الضخم وتُبتلَع الفريسة مع الماء المتدفق إليه.



الآن، هل سنقول أن السمك المُفترَس الصغير ينتخِب لأجل طُعم جذاب أكثر فأكثر؟ تماماً كما تنتخب إناث الطواويس لأجل ذكور طواويس أكثر جاذبية، وكما ينتخب البستانيون لأجل زهور أكثر جاذبية؟ من الصعب رؤية سبب لرفض هذا. ففي حالة الزهور، فإن أكثر الأزهار جاذبية هي التي يختارها البستاني لأجل التربية بوعي عمداً، وتقريباً نفس الشيء صحيح بالنسبة إلى ذكور الطواويس المختارة من قِبَل الإناث. من المحتمل أن إناث الطواويس ليست واعية أنها تختار، بينما مربو الزهور يعون. إلا أن هذا لا يبدو فارقاً هاماً جداً في الظروف الحالية. إلا أن هناك فارقاً أكثر إلزاماً بقليل بين مثال سمك أبي شص والمثالين أعلاه. فإن الفريسة تختار حقاً أكثر أسماك أبي شص "جاذبية" للانتخاب، من خلال سبيل غير مباشر باختيارهم للبقاء أحياء بإطعامهم أنفسَهم! إن أسماك أبي شص ذوات الأشراك غير الجذابة أرجح لها أن تجوع حتى الموت وبالتالي أقل رجحاناً أن تُنتخَب سلالتها. والفرائس الصغيرة تقوم بالاختيار حقاً، لكنها تختار بحيواتها! ما نتحدث عنه للإقناع به هنا هو انتخاب طبيعي حقيقي، وبذا نصل إلى نهاية الإغواء الفكري التدريجي أي نهاية هذا الفصل.

وهنا نعرض المتوالية التدريجية:

١–البشر يختارون عن قصد الزهور، وأزهار عباد الشمس إلخ لتربية سلالة منها، وبذلك يحتفظون بالجينات المنتجة لتلك الصفات الجذابة أو المفيدة. هذا يدعى (الانتخاب الاصطناعي)، إنه شيء عرف عنه الإنسان عملياً قبل زمن طويل من دارْوِن، وكل واحد يفهم أنه قويّ كفايةً ليحول الذئاب إلى أنواع الكلاب مختلفة الأشكال والأحجام حتى الـchihuahua الصغير اللطيف، وليكبر كيزان الذرة من بوصات إلى حجم قدم.

٢– إناث الطيور كالطواويس تختار (لا نعرف ما إذا كان عن وعي أو تعمد لكن فلنخمن أنه ليس كذلك) ذكور الطواويس الجذابة للانتخاب، مجدداً تحفظ بذلك الجينات الجذابة. هذا يُدعى (الانتخاب الجنسيّ)، وقد اكتشفه دارْوِن، أو على الأقل أدركه بوضوح وسماه.

٣– الأسماك الفرائس الصغار (حتماً دون قصد) تختار سمك أبي شص الجـذاب للبقـاء، بإطعـام أكثـرهم جاذبيـةً أجسـادَهم الخاصـة، وبذلك يختارونها عن وعي للتربية الانتخابية وتمرير جيناتهم تناسلياً إلى الأجيال التالية، وبذلك يحفظون الجينات التي تنتج الصفات الجذابة. هذا يُدعَى _وها نحن أخيراً قد وصلنا إليه_ (الانتخاب الطبيعيّ)، الذي كان أعظم اكتشافات دارْوِن.

لقد أدركتْ عبقرية دارْوِن أن الطبيعة قد تقوم بدور عامل الاصطفاء. كل امرئ يعلم عن الانتخاب الاصطناعيّ[1]. أو على الأقـل أي أحـد لديه أية خبرة في المزارع أو الحدائق، أو الكلاب أو أبراج الحمام. إلا أنه كان دارْوِن أول من لاحظ أنك لا تحتاج أن يكون لديك عامـل انتخاب. يمكن للانتخاب أن يُعمَل آلياً بالبقاء حياً أو الفشل في البقاء حياً. لاحظ دارْوِن أن البقاء يؤثّر لأن فقط الباقين أحياءً يتكاثرون ويمررون جيناتهم (لم يستعمل دارْوِن هذه الكلمة جينات) التي قد ساعدتهم على البقاء.

لقد اخترتُ سمك أبي شص كمثال، لأن هذا يمكنه أن يظل ممثلاً لعامل يستخدم عينيه لاصطفاء من سيعيش. لكننا قد وصلنا إلى نقطـة برهاننا_نقطة دارْوِن_حيث لن نحتاج من بعدُ للحديث عن عامل اختيار علـى الإطـلاق. فلنتحـرك الآن مـن سمـك أبـي شـص_لنقـل مثلاً_إلى سمك التونة أو سمك الطربون الفضي، كسمكة تطارد فريستها بنشاط. لا يوجد هنا أي مبالغة معقولة للغة أو المنطق أو التخيل يمكنها أن تدَّعي بأن الفريسة (تختار) أي طربون يعيش بجعل نفسها تؤكَل. مع ذلك، فما يمكننـا قولـه أن الطربـون المُعدّ علـى نحـو أفضل للإمساك بالفريسة_ لأي سببٍ كان، عضلات سباحة سريعة، عيون حادة البصر...إلخ_ سيكون هو الباقي حياً، وبالتالي يكون الذي يتناسل ويمرر جيناته التي جعلته ينجح. إنها تُختار من قِبَل حركة البقاء حياً نفسها. بينمـا سمكـة طربـون أخـرى كانـت_لأي سببٍ كان_أقل جودةَ إعدادٍ لن تعيش. بالتالي، يمكننا إضافة خطوة رابعة في قائمتنا:

٤–دون أي عامل انتخاب، فإن هؤلاء الأفراد الذين يُصطفَوْن بحقيقة أنه يصدف أنهم يملكون إعداداً أكثر تفوقاً للبقاء على الحيـاة هـم الأرجح أن يتكاثروا، وبذلك يمررون جينات امتلاك الإعداد الأكثر تفوقاً. بالتالي يميل كل حوض جينيّ_في كل نوع من الأنواع_إلى أن يصير ممتلئاً بالجينات التي تصنع "إعداداً أفضل للبقاء والتكاثر.

لاحظ مدى هيمنة الانتخاب الطبيعي. فإن الأمثلة الأخرى التي قد أشرتُ إليها: الخطوات ١و٢و٣أمثلـة أخـرى كـثيرة، يمكـن ضـمها كلها إلى الانتخاب الطبيعي، كحالات خاصة من الظاهرة الأكثر عمومية. لقد فهم دارْوِن الحالة الأكثـر عموميـة لظـاهرة يعـرف النـاس

[1] إن إشاعة أن هتلر قد أُلهِم بنظرية دارْوِن تأتي جزئياً من أن كلاهما قد أعجب بشيء يعرفه كل أحد منذ قرون: يمكنك تربية سلالات الحيوانات لأجل صفات مرغوبة. طمح هتلر إلى تطبيق هذه المعرفة العامة على البشر، ولم يفعل دارْوِن شيئاً كهذا، فقد أخذه إلهامه إلى اتجاه أكثر أصالة وإثارة. لقد كانت بصيرة دارْوِن العظيمة هي اكتشافه أنك لا تحتاج إلى عامل تربية سلالات على الإطلاق، فالطبيعة_عبر النجاح في البقاء حياً أو تفاوت النجاح التكاثري_يمكنها لعب دور المربي. إذ بالنسبة لنظرية هتلر (التطورية أو الدارْوِنية الاجتماعية) أي إيمانه بالصراع بين أجناس البشر، فهذا حقاً غير دارْوِنيّ للغاية. فبالنسبة لدارْوِن، كان الصراع على الوجود هو صراع بين الأفراد ضمن نفس النوع، وليس بين جنس أو نوع أو مجموعة أخرى. وينبغي ألا يضللنا عنوان كتابٍ لدارْوِن سيء الانتقاء هو "بقاء الأجناس الأفضل في الصراع على الحياة" فقد كان يعني بأجناس أي فئات أو صفات وراثية معينة تمتلكها مجموعة من الناس أو الحيوانات أو الأشياء، وهو ما يعرف في مصطلحات علم الوراثة الحديث_الذي لم يكن متاحاً زمنَ دارْوِن_بمجموعة الأفراد الذين لديهم أليل Allele معين (أحد جينين وراثيين متضادي أو مختلفي الصفات). إن إساءة فهم الصراع التطوريّ على البقاء على أنه صراع بين مجموعات الأفراد، بدلاً من صراع بين الأفراد، أو ما يُعرَف بمغالطة (انتخاب المجموعة) لسوء الحظ لا يقتصر فقط على العنصرية النازية الهتلرية، بل يقع فيه باستمرار هواة شرح التطورية، وحتى بعض علماء الأحياء المتخصصين الذين ينبغي أن يعرفوا معرفةً أفضل.

فعلياً بشأنها في شكل مقيد. فحتى ذلك الوقت، كانوا قد عرفوا عنها فقط في صورة الحالة الخاصة للانتخاب الاصطناعي. إن الحالة العامة هي البقاء غير العشوائي للإعدادات المتنوعة وراثياً على نحو عشوائي. لا يهم كيف ينتج البقاء غير العشوائي، يمكن أن يكون اختياراً مقصوداً متعمداً بوضوح من قِبَل عامل (كالبشر المختارين لسلالة كلب الصيد السلوقي للتربية)، يمكن أن يكون اختياراً غير قصدي دون أي قصد واضح (كما في إناث الطواويس المختارة الذكورَ للانتخاب)، يمكن أن يكون اختياراً غير مقصود الذي لو أدرك المختار نتيجته (بإدراك متأخر كالممنوح لنا كبشر لكنه ليس لدى المختار) لكان آثر عدم القيام به (كما مع السمك الفريسة المختار الاقترابَ من طُعم سمك أبي شص)، أو يمكن أن يكون شيئاً لا يمكننا إدراكه كاختيار فردي على الإطلاق، كما عندما تعيش سمكة طربون tarpon بسبب مزية_مثلاً_أفضلية كيميائيحيوية مدفونة داخل عضلاتها، والتي تعطيها دفعة إضافية من السرعة عند مطاردة الفريسة.

لقد قالها دارْوِن نفسُه بصورة جميلة، في فقرة أثيرة من كتاب (عن أصل الأنواع):

"يمكن أن يُقال أن الاصطفاء الطبيعي يُمحِّص كل يوم وكل ساعة، خلال العالَم، كل تنوع، حتى الأتفه، نابذاً ما هو سيء، حافظاً ومضيفاً كل ما هو جيد، عاملاً بصمت وبلا إحساس، حالما وأينما أتيحت الفرص لتحسين كل كائن عضوي بالترابط مع ظروف حياته العضوية وغير العضوية. نحن لا نرى شيئاً من هذه التغيرات البطيئة في تقدمها، حتى يؤشر عقرب الساعة لانقضاء حقب من العصور، ومن ثم فناقصةٌ للغاية هي نظرتنا للعصور الجيولوجية الماضية الطويلة، بحيث أننا نرى فقط أن أشكال الحياة تختلف الآن عما كانت عليه سابقاً."

لقد اقتبست هنا_كما هي عادتي_من الإصدار الأول لتحفة دارْوِن العلمية. وجدت جملة استيفائية طريقها إلى الطبعات اللاحقة: "يمكن القول *مجازاً* أن الانتخاب الطبيعي يمحص كل يوم وكل وساعة". هنا أضيف تشديد، ربما تعتقد أن جملة "يمكن أن يُقال" كانت حذرة على نحوٍ كافٍ، لكن في عام ١٨٦٦م استلم دارْوِن رسالة من ألفرد والاس_الشريك في اكتشاف الانتخاب الطبيعي_ يقترح أن حيطة أعلى ضد إساءة الفهم كانت ضرورية على نحو مؤسف:

"عزيزي دارْوِن، لقد صُدِمتُ على نحو متكرر كثيراً بعدم القدرة المطلق لعدد من الأشخاص الأذكياء على أن يروا بجلاء_أو يروا على الإطلاق_الفعل الذاتي والتأثيرات الضرورية للانتخاب الطبيعي، لدرجة أني أصبحتُ مقاداً لاستخلاص أن المصطلح نفسه، وأسلوبك في شرحه، رغم كونه واضحاً وجميلاً للكثير منا، رغم ذلك ليس الأفضل تكيفاً لترك أثره على عامة جمهور علماء الطبيعة."

مضى والاس ليقتبس من مؤلف فرنسي يُدعى جانيت Janet، والذي كان على عكس دارْوِن ووالاس مشوشاً بجلاء:

"أرى أنه يَعتبر نقطة ضعفك هي أنك لا ترى أن 'الفكر والتوجه ضروري لحركة الانتخاب الطبيعي'. نفس هذا الاعتراض قد حاز رقماً قياسياً من جانب معارضيك الرئيسيين، وقد سمعته كلما عبرت عن نفسي في محادثة. الآن، أعتقد أن هذا ينشأ بشكل كامل تقريباً من اختيارك مصطلح الانتخاب الطبيعي، وهكذا مقارنين إياه في تأثيراته مع اختيار الإنسان، ومن تشخيصك المتكرر كثيراً أيضاً للطبيعة كـ"مصطفية" وكـ"مفضِّلة" إلخ. بالنسبة للقليلين هذا واضح كالنهار، وموحٍ على نحو جميل، لكن بالنسبة إلى الكثيرين فإنه

حجر عثرةٍ على نحو واضح. أتمنى_لذا_أن أقترح عليك إمكانية التجنب التام لهذا المصدر لسوء الفهم في عملك العظيم، وأيضاً في الإصدارات المستقبلية من (عن أصل الأنواع)، أعتقد أن هذا يمكن عمله دون صعوبة وبصورة فعالة جداً بتبني مصطلح سبنسر[1] (البقاء للأصلح). هذا المصطلح هو التعبير البسيط عن الحقيقة، أما مصطلح الانتخاب الطبيعي فهو تعبير مجازيّ..."

لقد كان لدى والاس وجهة نظر قوية. لكن للأسف فإن مصطلح هربرت سبنسر (البقاء للأصلح) ينشئ مشاكله الخاصة به، والتي لم يستطع والاس التنبؤ بها، إلا أني لن أمضي بالتوسع في الحديث عنها هنا. ورغم تحذير والاس، أفضِّل اتباع إستراتيجية دارْوِن لتقديم الانتخاب الطبيعي من خلال التدجين والانتخاب الاصطناعي. وأحب أن أعتقد أن أمثال السيد جانيت قد حصلوا على فهم للمسألة بهذا الشرح هذه المرة، لكن لدي سبباً آخر_أيضاً_لاتباع حذو دارْوِن، وهو سبب جيد. إن الاختيار الأقصى النهائي لفرضية علمية هو التجربة. فالتجربة تعني على نحو دقيق أنك لست تنتظر فحسب الطبيعة لتقوم بشيء ما، وتلاحظه بسلبية وترى ما يرتبط به. فأنت تتدخل هنا وتفعل شيئاً ما. فأنت تتلاعب وتغير شيئاً، على نحوٍ نظاميّ، وتقارن النتيجة مع (عينة تحكمية) تفتقد التغيير، أو تقارن مع عينة بها تغيير آخر.

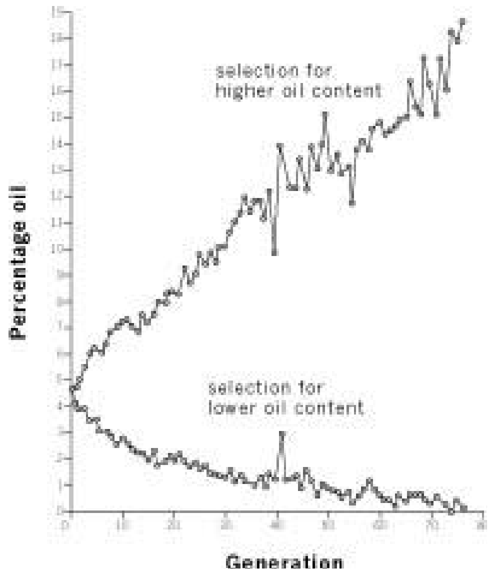
إن العقبة التجريبية ذات أهمية مهولة، إذ بدونها لا يمكنك أبداً التأكد أن العلاقة المتبادلة التي لاحظتها لها أي دلالة سببية. هذا يمكن توضيحه بما يُعرَف بـ(مغالطة ساعتي الكنيستين). نفترض أن ساعتيّ برجي كنيستين متجاورتين ترنان على نحو متآلف، لكن إحداهما قبل الأخرى بقليل جداً. قد يستدل زائرٌ فضائيّ_ملاحظاً ذلك_أن رنة الأولى تجعل الثانية ترن. نحن_بالتأكيد_ نعلم أفضل، لكن الاختبار الحقيقي الوحيد للفرضية سيكون تجريبياً برن جرس الأولى في أوقات عشوائية بدلاً من مرة كل ساعة. إن تنبؤ زائر الفضاء (والذي بالتأكيد سيُدحَض في هذه الحالة) أن ساعة البرج الثاني ستظل ترن فوراً بعد ساعة البرج الأول. إنه فقط التلاعب التجريبي الذي يمكنه تحديد إذا كانت علاقة متبادلة ملاحَظة تدل على السببية.

وإن كانت فرضيتك أن البقاء غير العشوائي المنتخِب للتنوع الوراثي العشوائي له نتائج تطورية هامة، فإن الاختبار التجريبي للفرضية سيلزمه أن يكون تدخلاً بشرياً مقصوداً، امضِ وتلاعب بأي التنوعات تعيش وأيها لا تفعل. امضِ واختَر_كمربي بشريّ_أي نوع من الأفراد يصل إلى التكاثر. وهذا_بالتأكيد_انتخاب اصطناعي. إن الانتخاب الاصطناعي ليس فقط مناظِراً للانتخاب الطبيعي. فالانتخاب الاصطناعي يشكل اختباراً تجريبياً_كمقارِن للملاحظة_لفرضية أن الاصطفاء يسبب تغيراً تطورياً.

إن معظم الأمثلة المعروفة للانتخاب الاصطناعي، كمثال صناعة سلالات الكلاب العديدة، مدركة بالإدراك المتأخر للتاريخ، بدلاً من كونها اختبارات قصدية لتنبؤات علمية تحت الشروط التجريبية المُتحكَم بها. إلا أن تجارباً قد قيم بها، وكانت نتائجها دائماً كما قد تُوُقِع من خلال النتائج المروية عن الكلاب والكرنب وزهور تبّاع الشمس. هاكم مثالاً نموذجياً، جيداً بشكل خاص لأن علماء النبات والزراعة في محطة Illinois Experimental Station قد بدؤوا هذه التجربة من زمن طويل حقاً، في عام ١٨٩٦ (الجيل ١ في الرسم البياني). إن الرسم البياني أدناه يوضح كمية محتوى الزيت في بذور الذرة لخطين مختلفين منتخبين صناعياً، أحدهما انتُخِب لإنتاج زيت عالي الكمية، والآخر لإنتاج زيت منخفض الكمية. هذه تجربة صحيحة لأننا نقارن نتائج تلاعبين أو تدخلين مقصودين. على

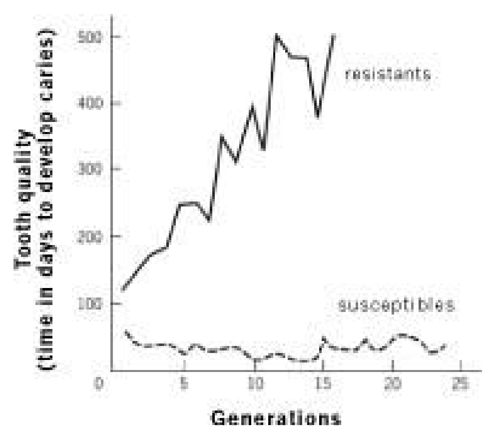
[1] هربرت سبنسر Herbert Spencer فيسلوف تنويري هام تبنى في نظامه الفلسفي نظرية دارْوِن عن التطور بالانتخاب الطبيعي.

نحو واضح فإن الاختلاف الناشئ درامي، وهو يزداد. يبدو على الأرجح أن كلاً من الاتجاهين الصاعد والنازل سوف يصلان إلى استقرارٍ آخر الأمر. بالنسبة لخط الإنتاج المنخفض لأنك لا يمكن أن تهبط بمحتوى الزيت إلى تحت الصفر، وبالنسبة لخط الإنتاج الغزير فلا أسباب تبدو سهلة الفهم تقريباً.



خطا نسب للذرة منتخبان للمحتوى الغزير والمنخفض

وها هو برهان معملي إضافي على قوة الانتخاب الاصطناعي، والذي هو تعليميّ من ناحية أخرى. الرسم البياني أدناه يرينا حوالي سبعين جيلاً من الفئران، انتُخِبَت اصطناعياً لأجل مقاومة بلَى الأسنان. مقياس التجربة الذي حُدِّد هو الزمن_بعدد الأيام_التي كانت الفئران سليمة فيها من تسوس الأسنان. في بداية التجربة، كانت الفترة النموذجية للسلامة من تسوس الأسنان هي مئة يوم. بعد دستة فقط (١٢جيلاً) أو ما قارب من أجيال الاصطفاء النظامي ضد التسوس كانت فترة السلامة من بلى الأسنان حوالي أربعة أضعاف الزمن الأول. مرة أخرى، اختير خط منفصل للتطور في الاتجاه المعاكس: في هذه الحالة انتخبت التجارب نظامياً قابلية بلى الأسنان.



خطا نسب للفئران المنتخبة على أساس المقاومة المرتفعة والمنخفضة لتلف الأسنان

يوفر لنا هذا المثال فرصة لفهم فكرة الانتخاب الطبيعي. في الحقيقة، فإن هذا النقاش عن أسنان الفئران سيكون الأول ضمن ثلاثة أشواط في طقس فهمنا للانتخاب الطبيعي، التي نحن الآن مُعَدُّون للقيام بها. في الاثنين الآخرين_إضافة إلى الفئران_سنعيد زيارة كائنات قابلناها من قبلُ فعلاً في (طريق زهور الربيع) في حديثنا عن التدجين، تحديداً الكلاب والزهور.

أسنان الفئران

لماذا_إذا كان تحسين أسنان الفئران بالانتخاب الاصطناعي سهلاً للغاية_قام الانتخاب الطبيعي بمثل هذا العمل الرديء على نحو واضح في المقام الأول؟ من المؤكد أنه ليس هناك فائدة من تلف الأسنان. لماذا_إذا كان الانتخاب الاصطناعي قادراً على تقليله_ لم يقم الانتخاب الطبيعي بنفس العمل منذ زمن طويل؟ بإمكاني التفكير في إجابتين، كلاهما تعليميّ.

الإجابة الأولى أن المجموعة الأصلية التي استعملها البشر المختارون كمادة خام لهم تألفت ليس من فئران برية بل من فئران مدجنة بيضاء مرباة في المعامل. يمكن القول أن فئران المعمل مرفهة تنام على سرير من ريش النعام! كالبشر المعاصرين، هم مُجنَّبون للحافة الحادة القاطعة للانتخاب الطبيعي. ففي البرية كان ميل جيني لبلى الأسنان سيكون مخفِّضاً على نحو هام لإمكانيات البقاء والتكاثر، لكنه قد لا يشكل فرقاً في مستعمرة معملية حيث الحياة سهلة، وقرار من يتوالد ومن لا يتوالد يأخذه البشر، دون انتخاب الطبيعة وجهد للبقاء أحياء.

هذه أول إجابة على السؤال، والإجابة الثانية أكثر إثارة للاهتمام، لأنها تحمل درساً هاماً عن الانتخاب الطبيعي، وكذلك عن الانتخاب الاصطناعي. إنه درس المقايضات، وقد أشرنا إليه فعلياً عند حديثنا عن إستراتيجيات التلقيح في النباتات. لا شيء مجاني، وكل شيء له بطاقة سعر. ربما يكون واضحاً أن تلف الأسنان شيء يُتجنَّب مهما كان الثمن، وأنا لا أشك في أن سوس الأسنان يقصِّر أعمار الفئران بشكل جوهري. لكن لنفكر للحظة عما يجب أن يحدث لأجل زيادة مقاومة حيوان لتلف الأسنان. لا أعرف التفاصيل، لكني واثق أنه سيكون مكلفاً، وهذا هو كل ما أحتاج أن أفترضه. فلنفترض أن هذا سيُنجَز بزيادة سمك جدار السن، وهذا سيتطلب كالسيوم إضافي. ليس مستحيلاً إيجاد كالسيوم إضافي، لكنه يحتاج أن يأتي من مكان ما، وهو ليس مجانيّ. فالكالسيوم (أو أياً ما كان المورد المحدود) لا يسبح في الهواء. فلابد أن يأتي للجسد من خلال الطعام. وهو مفيد إمكانياً لأشياء أخرى بعيداً عن الأسنان. فإن للجسد شيئاً يمكننا أن نسميه اقتصاد الكالسيوم. الكالسيوم ضروري للعظام، ولصنع اللبن (إني أفترض أن الكالسيوم هو ما نحتاج للحديث عنه، وحتى لو لم يكن كالسيوم، فلابد أن هناك مورداً ما مكلفاً محدوداً، وسيمضي البرهان كما هو، أياً ما كان المورد المحدود، وسأستمر في استعمال الكالسيوم لأجل البرهان). إن فأراً فرداً ذا أسنان أكثر قوةً ربما يميل بشكل جيد للعيش أطول من فأر ذي أسنان فاسدة، إن كانت كل الأشياء الأخرى متساوية. لكن كل الأشياء الأخرى لن تكون متساوية، لأن الكالسيوم المستلزَم لتقوية الأسنان يحتاج أن يأتي من مكان ما، مثلاً العظام. بناءً على ذلك، فإن فأراً منافساً لا تجعله جيناته ميالاً لسحب الكالسيوم من العظام قد يعيش أكثر، بسبب عظامه الأقوى ورغم أسنانه الرديئة. أو ربما يكون الفرد المنافس أكثر كفاءةً في تربية الأطفال لأنها تصنع لبناً أكثر غنىً بالكالسيوم. وكما يقول الاقتصاديون المولعون بالاقتباس من روبرت هينلين Robert Heinlein: لا يوجد شيء اسمه غذاء مجاني. إن مثال الفأر الخاص بي افتراضيّ، إلا أنه لا خطر في القول بأنه لأسباب اقتصادية لو وجد شيء كفأر أسنانه مثالية أكثر من اللازم، فإن الكمال في قسم يجب أن يُشترَى بالتضحية في قسم آخر.

ينطبق هذا الدرس على كل الكائنات الحية. بإمكاننا أن نتوقع أجساداً كفأة بشكل جيد للبقاء في الحياة، لكن هذا لا يعني أنها يجب أن تكون مثالية في أحد الجوانب. فربما يجري ظبي أسرع، ويكون أرجح أن يهرب من نمر، إن كانت أرجله أطول قليلاً. لكن ظبياً منافساً ذا أرجل أطول_ رغم أنه قد يكون أكثر كفاءة ليسبق مفترساً_سيكون عليه الدفع مقابل أرجله الأطول في جزء آخر من اقتصاد الجسد. فالمواد المستلزَمة لعمل العظام والعضلات الإضافية في الأرجل الأطول تحتاج أن تأتي من مكان آخر، لذا فإن فرداً ذا أرجل أطول من الأرجح أن يموت لأسبابٍ غير المفترس. أو قد يكون الأرجح أن يموت بالافتراس، لأن أرجله الطويلة_رغم أنها يمكنها الركض أسرع عندما تكون سليمة_فإنها من الأرجح أن تنكسر، وفي هذه الحالة لن يمكنها الركض على الإطلاق. إن جسد الكائن هو خليط من التسويات. سوف أعود إلى الحديث عن هذه النقطة في الفصل الذي يتحدث عن سباق التسلح.

إن ما يحدث في حالة التدجين هو أن الحيوانات تُجنَّب على نحو اصطناعيّ العديد من الأخطار التي كانت تقصِّر حيوات الحيوانات البرية. فإن سلالة بقر لبون قد تنتج كميات مهولة من اللبن، لكن ضروعها المرهِقة المتدلية ستعيق على نحو خطر أية محاولة للهرب وتخطي أسد. إن أحصنة السلالات الأصيلة رائعة في الجري والقفز، لكن أرجلها معرضة للتأذي أثناء السباقات_خاصةً خلال السباقات_وهو ما يوحي بأن الانتخاب الاصطناعي قد دفعها إلى منطقةٍ لم يكن الانتخاب الطبيعي ليتسامح معها. علاوة على ذلك، فإن سلالات الأحصنة النبيلة تزدهر فقط على نظام غذائي غنيّ يمدها به البشر. فبينما تعيش أحصنة بريطانيا الصغيرة الوطنية الأصلية على العشب، فإن أحصنة السباق لا تزدهر حتى تُغذَّى بنظام غذائيّ أغنى من الحبوب والمكمِّلات، والتي ما كانت لتجدها في البرية. مجدداً، فسوف أعود لمثل هذه المسائل في فصل سباق التسلح.

الكلاب مرة أخرى

بوصولنا أخيراً إلى موضوع الانتخاب الطبيعي، يمكننا أن نعود إلى مثال الكلاب لبعض الأسباب الأخرى المهمة. لقد قلتُ أنها ذئاب مدجنة، إلا أني أحتاج إلى تعديل هذا في ضوء نظرية فاتنة عن تطور الكلب، والتي وضحها مجدداً على نحوٍ أوضح Raymond Coppinger. إن الفكرة هي أن تطور الكلاب لم يكن مجرد مسألة انتخاب اصطناعي. فقد كانت بنفس القدر على الأقل مسألة ذئاب تتكيف على أساليب البشر بالانتخاب الطبيعي. إن معظم التدجين الأوليّ للكلب كان تدجيناً ذاتياً، توسَّط فيه الانتخاب الطبيعي لا الاصطناعيّ. فمنذ وقت طويل قبل أن نضع أيادينا على "أزاميل" صندوق أدوات الانتخاب الاصطناعي، كان الانتخاب الطبيعي قد نحت الذئاب سابقاً إلى "كلاب قرى" مدجنة ذاتياً دون أي تدخل بشريّ. لاحقاً فقط تبنى البشر كلاب القرى تلك وحولوها_على نحو منفصل وشامل_إلى هذه السلسلة المتنوعة التي تنعم بمهرجانات الجمال والإنجازات الكلبية.

يشير Coppinger إلى أنه عندما تهرب حيوانات مدجنة وتمضي بريةً لأجيال كثيرة، فإنها تعود عادةً إلى شيء قريب من سلفها الوحشيّ. لذا ربما نتوقع أن كلاب البرية تصبح شبيهة بالذئاب إلى حدٍ ما. لكن هذا لا يحدث. فبدلاً من ذلك، فإن الكلاب المتروكة لتمضي بريةً يبدو أنها تصبح كلاب القرى والكلاب الآسيوية نصف البرية pie or pye-dogs الموجودة في كل مكان، والتي تتسكع حول مساكن البشر في كل نواحي العالم الثالث. شجع هذا كوبنجر على الاعتقاد بأن الكلاب التي عمل عليها آخر الأمر مربو السلالات

البشر لم تعد ذئاباً من بعد. لأنها غيرت نفسها سابقاً إلى الكلاب: كلاب القرى والكلاب الآسيوية وربما كلاب الدنجو dingos الأسترالية كذلك.

إن الذئاب الحقيقية تتجمع كمجموعات صيادة. أما كلاب المدن والقرى فهي حيوانات قمَّامة تألَف تلال النفايات ومزابل القمامة. إن الذئاب تترمَّم أيضاً، لكنها غير مناسبة مزاجياً للترمم على قمامة الإنسان بسبب (مسافة بدء هروبهم) الطويلة. فلو رأيت حيواناً يتغذى، يمكنك قياس مسافة هروبه بمعرفة إلى أي حد سيدعك تقترب منه قبل أن يهرب. لأي نوع محدد في أي موقف محدد، سيكون هناك مسافة هرب مثالية، تتراوح ما بين الخطِر أو لمتهور جداً عند الحد الأدنى، والخفيف جداً في هروبه أو المبتعد عن الخطر عند الحد الأقصى. إن الأفراد الذين يغادرون متأخراً جداً عندما يهددهم خطر هم الأرجح أن يُقتلوا بنفس ذلك الخطر. وعلى نحو أقل وضوحاً، نفس الأمر ينطبق على المغادَرة أسرع من اللزوم. فالأفراد سريعو الهرب بطيشٍ وخفةٍ لا يحصلون على وجبة جيدة، لأنهم يهربون بمجرد أن يلمحوا الخطر في الأفق. من السهل علينا أن نغفل عن مخاطر أن يكونوا متجنبين للخطر أكثر من اللازم. إننا نُربَك حينما نرى الحمير الوحشية المخططة أو الظباء ترعى بهدوء على مرأى واضح من الأسود، غير مبقية سوى عين يقظة عليها. نحن نربك لأن مقتنا للخطر أو مقت مرشدنا في رحلة السافاري تبقينا بحزم داخل السيارة اللاندروفر حتى لو لم يكن لدينا سبب للاعتقاد بوجود أسد على مسافة أميال. هذا لأن ليس لدينا شيء نعارض به خوفنا. فنحن سنمضي للحصول على وجبتنا الجيدة مجدداً في منتجع السافاري. كان أجدادنا البريون ليكون لديهم تعاطف أكثر بكثير مع الحمير الوحشية المخاطِرة. فكالحمير الوحشية، قد احتاجوا للموازنة بين خطر أن تؤكَل مقابل خطر ألا تأكُل. بالتأكيد، قد يهجم الأسد، لكن_اعتماداً على حجم قطيعك_فإن الاحتمال الأكبر أنه سيمسك فرداً آخر غيرك. وإن لم تغامِر أبداً بالتغذي على العشب أو الانحناء لنبع الماء، فسوف تموت على أية حال، جوعاً أو عطشاً. إنه نفس الدرس عن المقايضات الاقتصادية الذي قابلناه سابقاً مرتين.[1]

خلاصة هذا الاستطراد أن الذئب الوحشيّ_كأي حيوان آخر_له مسافة هرب مثالية، متوازنة على نحو مناسب، ومرنة إمكانياً بين الجريء جداً والجبان الهارب للغاية. عمل الانتخاب الطبيعيّ على مسافة الهروب، محركاً إياها إلى أحد الاتجاهين طبقاً لتغير الظروف كمياً بشكل مستمر إذا تغيرت الظروف خلال الزمن التطوري. فإذا جدَّ مورد وفير جديد للطعام في شكل مزابل قمامة القرى على عالم الذئاب، فإن هذا سيغير النقطة المثالية إلى الحد الأدنى من كم مسافة الهروب، في اتجاه كراهة الفرار أثناء التمتع بهذه المنحة الجديدة.

بوسعنا تخيل ذئاب تتقدم على مزبلة نفاية على حافة قرية. معظمهم_خائفين من البشر رامي الحجارة والرماح_ كان لديهم مسافة هرب طويلة جداً. فكانوا يَعْدُون لأمان أحراج الغابة بمجرد أن يظهر إنسان في المسافة. لكن بعض الأفراد_بالصدفة الوراثية_صادف أن لديهم مسافة هرب أقل على نحو ضئيل عن المتوسط. إن استعدادهم لمواجهة مخاطر خفيفة منحهم طعاماً أكثر من منافسيهم الأكثر تجنباً للخطر (أو لنقل أنهم شجعان لكن ليسوا متهورين). ومع مرور الأجيال، فضَّل الانتخاب الطبيعي مسافة هرب أقل فأقل، إلى

[1] لدى علماء النفس اختبارات مشابهة على المخاطر بين البشر، والتي ترينا اختلافات مثيرة للاهتمام. إن الملتزمين بأعمال معينة يسجلون درجات مخاطرة عالية على نحو مثالي، كالطيارين ومتسلقي الجبال ومتسابقي الدراجات البخارية ورياضات حماسية أخرى. تميل النساء إلى أن يكن أكثر تجنباً للخطر من الرجال. وسيشير أنصار المرأة والنسوية أن سهم التطور المعتاد قد يُعكَس بفعل تطور المجتمع.

النقطة التي قبل أن يصير الذئاب مهددين فيها فعلياً من قِبَل البشر ملقي الحجارة تماماً. لقد قُصِّرَت مسافة الهروب بسبب مورد الطعام المتاح الجديد.

إن أشياء كمثل هذا التقصير التطوريّ لمسافة الهرب كان_في رأي كوبنجر_أول خطوة في تدجين الكلب، وقد تم تحقيقه من قِبَل الانتخاب الطبيعيّ، لا الانتخاب الاصطناعيّ. نقصان مسافة الهرب هو مقياس سلوكيّ لما قد يُسمَّى بزيادة الألفة (الوداعة). عند هذه المرحلة من العملية، لم يكن البشر يختارون عن قصدٍ أكثر الأفراد ألفة للتربية. ففي هذه المرحلة المبكرة، كانت التفاعلات الوحيدة بين البشر وهذه الكلاب الابتدائية هي العَدَائية. لقد أصبحت الذئاب مدجَّنة بفعل التدجُّن الذاتيّ، لا التدجين المقصود من قِبَل البشر. إن التدجين المقصود أتى لاحقاً.

يمكننا أن نحصل على فكرة عن كيفية نحت صفة الألفة *(أو الوداعة، كون الحيوان أليفاً_م)* أو أي شيء آخر_طبيعياً أو اصطناعياً_بالنظر إلى تجربةٍ فاتنة من العصر الحديث، على تدجين الثعالب الفضية الروسية لاستعمالها في تجارة الفرو. إنها مثيرة للاهتمام على نحوٍ مضاعَف بسبب الدروس التي تُعلِّمها لنا، إضافةً على ما عَلِمه دارْوِن عن عملية التدجين، وعن (الآثار الجانبية) للتربية الانتخابية، وعن التشابه_الذي فهمه دارْوِن جيداً_بين الانتخاب الاصطناعيّ والطبيعيّ.

إن الثعالب الفضية هي محض تنوع لونيّ_مقدرةً لأجل جمال فروها_من الثعلب الأحمر المعتاد *Vulpes vulpes*. لقد وُظِّفَ عالم الوراثة الروسيّ Dimitri Belyaev ديمتري بيلييف لإدارة مزرعة فرو ثعالب في خمسينيات القرن العشرين. لقد تم فصله لاحقاً لأن علم الوراثة العلميّ تضارب مع أيديولوجيا ليسنكو Lysenko المعادية للعلم، البيولوجي الدجال الذي نجح في أسر أذن ستالين، وبذا سيطر وخرب على نطاق واسع كل علم الوراثة والزراعة في الاتحاد السوفْييتي لحوالي عشرين سنة. حافظ بيلييف على حبه للثعالب وعلم الوراثة المتحرر من لينسكو الفاشيّ، واستطاع لاحقاً استئناف دراسته لكليهما، كمدير لأحد معاهد الوراثة في سيبيريا.

إن الثعالب البرية مراوغة في التعامل معها، وقد قرر بييف عن قصد تربية الأكثر ألفة منها. وكأي مربي حيوانات أو نباتات آخر في زمنه، كانت وسيلته استغلال التنوع الوراثي الطبيعي (لم يكن هناك هندسة وراثية في تلك الأيام) واختيار هؤلاء الذكور والإناث الأقرب إلى هدفه المثالي الذي ينشده للتربية كسلالة. في اصطفائه على أساس الألفة، كان يمكن لبيلييف أن يختار للتربية إناثَ وذكورَ الثعالب التي تروق له أكثر أو التي تنظر له بأكثر تعابير الوجه جاذبية، كان هذا سيكون له التأثير المطلوب على الألفة للأجيال المستقبلية تماماً. رغم ذلك، فبشكل أكثر نظامية من ذلك، فقد استعمل مقياساً قريباً إلى حدٍ ما لـ (مسافة الهروب) التي أشرتُ لها تواً مع الذئاب البرية، لكنه تبناه مع جراء الثعالب. لقد أخضع بيلييف وزملاؤه (وخلفاؤهم لأن البرنامج التجريبي استمر بعد موته) جراءَ الثعالب لاختبارات معيارية يعرض فيها القائم بالتجربة على الجرو طعاماً في يده، بينما يحاول ملاطفته أو التربيت عليه. لقد صُنِّفَت الجراء إلى ثلاثة أصناف: الفئة ٣ الجراء التي تهرب من الشخص أو تعضه، الفئة ٢ تدع نفسها تُمسَك لكنها لا تُظهِر استجابة إيجابية للمجرِّب. الفئة ١ جراء_هي آلفهم جميعاً_تقترب بصورة إيجابية من المدرِّب، هازَّةً ذيلها وعاويةً. عندما تنضج الجراء، يربي القائمون بالتجربة على نحو نظامي فقط من هذه الفئة الأكثر ألفة.

بعد مجرد ست أجيال من هذه التربية الانتخابية لأجل الألفة، تغيرت الثعالب كثيراً لدرجة أن القائمين بالتجربة شعروا بأنهم مجبرون على تسميتها كفئة جديدة. فئة "النخبة المدجَّنة" التي تتوق إلى إنشاء تواصل مع الإنسان، وتئن لتجذب الانتباه وتشم وتلعق القائمين بالتجربة كالكلاب. في بداية التجربة، لم يكن أيٌّ من الثعالب في فئة النخبة المدجنة. بعد عشرة أجيال من التربية الاصطفائية لأجل الوداعة كان ١٨٪ من النخبة، وبعد عشرين جيلاً أصبحوا ٣٥٪، وبعد ثلاثين أو خمس وثلاثين جيلاً شكَّل أفراد "النخبة المدجنة" ما بين ٧٠ إلى ٨٠٪ من المجموعة السكانية التجريبية.






مثل هذه النتائج لعلها ليست مدهشة جداً، ما عدا بالنسبة إلى الأهمية المدهشة وسرعة التأثير. إن ٣٥ جيلاً كانوا سيمرون غير ملاحَظين على مستوى الزمن الجيولوجيّ في الطبيعة. وما هو أكثر إثارةً للاهتمام_مع ذلك_هو التأثيرات الجانبية غير المتوقعة للتربية الانتخابية لأجل الألفة. هذا كان حقاً فاتناً وغير متوقع على نحوٍ صادق. إن شخصاً محباً للكلاب كدارْوِن كان سيصبح مسلوب اللب لو حضر هذه التجربة. إن الثعالب الأليفة لا تتصرف فحسب كالكلاب الداجنة، بل إنها تبدو مثلها. لقد فقدت إهابها الفضي وأصبحت مرقطة أسود في أبيض، ككلاب الرعي الويلزية. لقد استُبدِلَت آذانها مستدقة الأطراف بآذان كلبية النمط عريضة. وتحولت نهايات ذيولها إلى الأعلى كالتي للكلاب بدلاً من النهاية المتجهة إلى الأسفل للثعالب مثل الفرشاة. صارت الدورة الشبقية للإناث كل ستة شهور كالكلاب الإناث بدلاً من كل سنة كالثعلبة. ووفقاً لبيلييف فإن حتى أصواتها كالكلاب.




ديمتري بيلييف مع ثعالبه، حينما تحولت إلى أليفة وشبيهة بالكلاب

لقد كانت الصفات الشبيهة بالكلاب نتائج جانبية. لم يُربِّ بيلييف وفريقه قصدياً لأجلها، فقد ربوا فقط لأجل الألفة. يبدو أن هذه السمات الشبيهة بالكلاب قد تعلقت بأذيال الجينات التطورية للألفة. بالنسبة إلى علماء الوراثة فهذا ليس مفاجئاً. فهم يدركون ظاهرة منتشرة تعرف بالمؤثِّر على أكثر من صفة pleiotropy، والتي فيها يكون للجينات أكثر من تأثير واحد، تأثيرات تبدو غير مترابطة ظاهرياً. مع التأكيد على كلمة (ظاهرياً). إن عملية التنمي الجنينيّ هي عمل معقد. وكلما تعلمنا أكثر عن التفاصيل، فإن تلك الجينات غير المترابطة ظاهرياً تتحول إلى مترابطة بأسلوب نفهمه الآن، لكن لم نفهمه من قبل. إن الجينات الافتراضية لعمل الآذان العريضة والفراء الأرقط مرتبطة بجينات الوداعة بحيث تؤدي أكثر من وظيفة وراثية، في الثعالب كما في الكلاب. هذا يوضح نقطة هامة عن التطور عموماً. فعندما تلاحظ سمة لحيوان وتتساءل ما هي قيمتها البقائية التطرية، فربما تسأل السؤال الخطأ. فربما لا تكون السمة التي لاحظتها هي السمة التي تهم. ربما تكون سمة "تعلقت بسمة أخرى لتمضي في المشوار"، فانسحبَتْ خلال التطور بسمة أخرى ترتبط معها عن طريق أدائها أكثر من وظيفة وراثية.

إذن، فقد كان تطور الكلب_إن كان كوبنجر محقاً_ليس فقط مسألة انتخاب اصطناعيّ، بل خليطاً معقداً من الانتخاب الطبيعيّ (الذي هيمن في المراحل الأولى من التدجين) والانتخاب الاصطناعيّ (الذي برز إلى المقدمة أكثرَ حداثةً زمنياً). لقد كان التحول خالياً من التضاربات، وهو ما يؤكِّد مجدداً التشابه_كما أدركَ دارْوِن_بين الانتخاب الاصطناعيّ والطبيعيّ.

الزهور مجدداً

هلموا الآن_ في غزوة فهمنا الثالثة للانتخاب الطبيعيّ_نمضي إلى الزهور وملقحيها ونرى شيئاً من قوة الانتخاب الطبيعي لقيادة التطور. تزودنا دراسة عملية التلقيح ببعض الحقائق الجميلة المذهلة، وأعلى قمة للروعة نصل لها في زهور الأوركيد. لا عجبَ أن دارْوِن كان متحمساً بصددهم، لا عجب أنه كتب الكتاب الذي أشرتُ له سابقاً: (الحيل المتنوعة التي عن طريقها تُلقَّح الأوركيدات بالحشرات). فبعض الأوركيدات_كأوركيد مدغشقر ذي الرصاصة السحرية الذي قابلناه آنفاً_تقدِّم الرحيق، لكن زهوراً أخرى وجدت سبيلاً لتجنب تكاليف إطعام الملقِّحين، بخداعهم بدلاً من ذلك. فهناك زهور أوركيد تشابه إناث النحل (أو الدبابير أو الذباب) على نحو جيد كفايةً لتخدع الذكور بمحاولة التزاوج معها. إلى هذا المدى تكون المحاكاة مشابهة لإناث نوع معين من الحشرات، وإلى هذا المدى سيقوم ذكور هذا النوع بمهمة الرصاصات السحرية، ذاهبين من زهرة إلى أخرى من نفس نوع الأوركيد فقط. حتى لو كانت زهرة الأوركيد (السحلب) تشابه أي نحلة كبيرة بدلاً من نوع معين واحد من النحل، فإن النحل الذي تخدعه سيظل رصاصاتٍ سحرية على نحو جيد.لو نظرنا عن قربٍ إلى أوركيد ذي شكل ذبابة أو شكل نحلة (انظر الصفحة الملونة٥)، سنكون قادرين على القول أنها ليست حشرة حقيقية، لكننا كنا سنخدع لو نظرنا نظرةً بلمحةٍ عارضة من زاوية أعيننا. وحتى بالنظر إلها مباشرةً، فسأقول ان الأوركيد ذات شكل النحلة في الصورة h ص ٥ملونة تبدو بشكل واضح كأوركيد يحاكي نحلة مختلقة غير مضبوطة أكثر من الشبه بأوركيد ذات شكل نحلة عسل متقنة التقليد. إن عيون الحشرات المركبة ليست حادة البصر مثل عيوننا الكامِرا، وإن أشكال وألوان الأوركيدات المحاكية للحشرات تُعزِّزها روائح مغرية تحاكي الخاصةَ بإناث الحشرات، مما يجعلها أكثر من قادرة على خداع ذكور الحشرات.



بالمناسبة، فإنه من الراجح تماماً أن المحاكاة تُعزَّز حينما تُرى في المدى فوق البنفسجيّ، والذي نحن كبشرٍ غير قادرن على رؤيته.

إن ما يُدعى بزهرة الأوركيد العنكبوت *Brassia* (ص٥ ملونة/صورةK) تنال التلقيح بنوع آخر من الخداع. إن إناث الأنواع المتعددة للدبابير المنعزلة (منعزلة لأنها لا تعيش اجتماعياً في خلايا كبيرة على غرار الحشرات الخريفية المعتادة التي يدعوها الأمِركيون بالمعاطف الصفراء) تأسر العناكب، لاسعةً إياها لتصيبها بالشلل، وتضع بيضها داخلها كإمداد حي بالطعام ليرقاتها. إن أوركيدات العنكبوت تشابه العناكب على نحو كافٍ لخداع إناث الدبابير لتحاول لسعها. في هذه العملية تعلق بها كميات من حبوب اللقاح، وعندما تتحرك لتحاول لسع زهرة أوركيد عنكبوت أخرى يتم نقل حبوب اللقاح. بالمناسبة، لا يمكنني مقاومة ذكر الحالة العكسية تماماً لعنكبوت *Epicadus heterogaster* الذي يحاكي شكل زهرة أوركيد. فتأتي الحشرات إلى الزهرة الزائفة بحثاً عن الرحيق، وتؤكَل بلا إبطاءٍ من قِبَله.

بعض أكثر الأوركيدات إدهاشاً التي تمارس مثل هذه الخدعة الإغوائية توجد في غرب أستراليا. إن الكثير من الأنواع في جنس *Drakaea* تُعرَف بالأوركيدات المطرقة. كل نوع له علاقة مع نوع معين من الدبابير من نوع يدعى ثينيد thynnids. إن جزءاً من الزهرة يحمل تشابهاً بسيطاً مع الحشرة، خادعةً لذكر دبور الثينيد ليحاول التزاوج معها. حتى الآن فإن الـDrakaea في خداعها هذا لا تبدو مختلفة على نحو دراميّ عن سائر الأوركيدات محاكية الحشرات الأخرى. إلا أن الـDrakaea لديها خدعة إضافية جديرة بالملاحظة فوق كمها الأنبوبيّ: إن "الدبور الزائف" يُحمَل على نهاية "ذراع" مُركَّب على "مرفق" مرن. يمكنك بوضوح رؤية المفصل في الصورة (صفحة ٥ ملونة/صورةg). إن الحركة المرفرفة للدبور الممسك بالدبور المزيف تجعل "المرفق" ينحني، فيُضرَب الدبور بشكل متكرر إلى الأمام والخلف كمطرقةٍ عكس الجانب الآخر من الزهرة_ولنسمِّه السندان_حيث تحفظ أجزاءها التناسلية. تنتقل حبوب اللقاح وتلتصق بالدبور، الذي يحرر نفسه في النهاية ويطير بعيداً. فيمضي_أكثر حزناً ولكن ليس أكثر حكمةً_ليكرر نفس العملية مع زهرة أوركيد مطرقة أخرى. حيث يُدفَع كما يجب هو وحبوب اللقاح التي يحملها عكس السندان، بحيث تجد حمولته مأواها المقرَّر في الأعضاء التناسلية الأنثوية للزهرة. لقد سبق وعرضتُ فيلماً لهذه العملية المدهشة في إحدى محاضراتي بمعهد Royal Institution Christmas للأطفال، ويمكنكم رؤيتها في تسجيل لهذه المحاضرة بعنوان (الحديقة فوق البنفسجية) The Ultraviolet Garden.

في نفس هذه المحاضرة كنت قد شرحت (الأوركيد الدلو) الخاص بأمِركا الجنوبية، والتي تكتسب التلقيح بأسلوب جدير بالملاحظة بنفس الدرجة لكن يقيناً مختلف. هي أيضاً لها ملقحون متخصصون، ليس الدبابير بل نوع صغير من النحل، من المجموعة التي تُعرَف

بـEuglossine إيوجلوسين. مجدداً، لا تقدم هذه الأوركيدات رحيقاً. لكنها لا تخدع ذكور النحل للتزاوج معها أيضاً. بدلاً من ذلك، فهي تقدم لذكور النحل عينة من مساعدة حيوية، بدونها لن يستطيع ذكور النحل الصغير جذب إناث حقيقية.

لدى هذا النحل الصغير_الذي يعيش فقط في قارة أمِركا الجنوبية_عادة غريبة (غالباً نشأت بالانتخاب الجنسيّ_م). فذكورها تذهب في مسافات مرهقة لجمع مواد عطرة أو على أية حال ذات رائحة قوية، والتي تخزنها في أوعية خاصة ملحقة بأرجلها الخلفية المكبرة. في الأنواع المختلفة لهذا النحل يمكن أن تأتي هذه المواد ذات الرائحة من الزهور أو الخشب الميت أو حتى من الغائط. يبدو أنها تستعمل العطور المجمعة لجذب أو بعبارة أخرى إغراء الإناث. إن الكثير من الحشرات تستعمل عطوراً معينة لتروق للجنس الآخر منها، ومعظمها تصنع العطور في غدد خاصة. إن فراشة الحرير الأنثى على سبيل المثال تجذب الذكور من مسافة طويلة على نحو مذهل بإطلاق عطر فريد، والذي تنتجه الإناث ويستبينه الذكور من مجرد آثار دقيقة من على بعد أميال حرفياً، بقرون استشعارها. وفي حالة نحل إيوجلوسين فإن الذكور هي التي تستعمل العطر. وبخلاف إناث الفراش فهي لا تصنع عطرها الخاص، بل تستعمل المكونات ذات الرائحة التي تجمعها ليس كمواد نقية بل كخليط ممزوج بعناية والتي يضعونها مع بعضها كباعة العطور الخبيرين. إن كل نوع يمزج خليطاً مميزاً من المواد المجموعة من مصادر عديدة. وهناك بعض أنواع نحل الـ إيوجلوسين تحتاج على نحوٍ باتٍّ لصناعة عطر نوعها المميز إلى موادٍ تزوِّد بها فقط زهور نوع معين من الأوركيد من جنس *Coryanthes* – أو الأوركيد الدلو. إن الاسم الشائع لنحل الـ إيوجلوسين هو (نحل الأوركيد).

يا لها من صورة معقدة للاعتماد المتبادل. تحتاج زهور الأوركيد الدلو إلى نحل إيوجلوسين بسبب (الرصاصة السحرية) المعتاد. ويحتاج النحل إلى الأوركيدات بسبب أكثر غرابة حقاً هو أنه لا يستطيع جذب إناثه بدون مواد إما يستحيل أو على الأقل صعب للغاية العثور عليها باستثناء من خلال "مكتب عمل" زهور الأوركيد الدلو. إلا أن الطريقة التي ينجز بها التلقيح تظل أكثر غرابةً، وتجعل ذكر النحل يبدو ظاهرياً كضحية أكثر منه شريكاً متعاوناً.

إن ذكر نحل إيوجلوسين ينجذب إلى الأوركيد بفعل رائحة المواد التي يحتاجها لصناعة عطوره الجنسية. فيحط على حافة الدلو ويبدأ في كشط العطر الشمعيّ إلى جيوب العطر الخاصة في أرجله الخلفية. إلا أن حافة الدلو زلقة تحت الأرجل، وهناك سبب لهذا: حيث يسقط النحلة الذكر في الدلو، والذي هو ممتلئ بسائل يسبح فيه. ولا يمكنه تسلق الجوانب الزلقة للدلو. هناك سبيل هرب واحد، وهو حفرة خاصة بحجم النحلة في جانب الدلو (لا تظهر في الصورة المعروضة في الصفحة الملونة ٤)، والتي يقوده لها ما يشبه الدرجات ويبدأ في الزحف خلالها. إنها مهيئة لتكون ضيقة وتصبح أضيق أكثر كالفكين (هذه يمكنك رؤيتها في الصورة، تبدو كطاردة المخرطة أو طاردة المثقاب الآليّ) فتمسك به وتوقعه في شراكها. وبينما هو ممسوك في قبضتها تلصِق لطعةَ لقاح على ظهره. يستغرق الغراء فترةً ليثبت، بعدها يرتخي الفكان مجدداً ويحرران النحلة، الذي يطير مبتعداً، وقد تم إنجاز لصق اللقاح على ظهره. مستمراً في بحثه عن المكونات الثمينة لصناعة عطره، يحط النحلة على زهرة أوركيد دلو أخرى وتُكرِّر العمليةُ نفسَها. رغم ذلك، فهذه المرة بينما يكافح النحلة الذكر خلال الحفرة في الدلو، تُكشَط حبوب اللقاح عنه وتلقح ميسم هذه الزهرة الثانية.

إن العلاقة الحميمية بين الزهور وملقحيها هي مثال محبب إلى النفس عما يُعرَف بالتطور المشترك، التطور سوياً. يحدث التطور المشترك دوماً بين كائنات لديها شيء تناله من بعضها الآخر، مشارَكات يساهم فيها كل جانب بشيء إلى الآخر، وكلاهما يكسب من التعاون.

مثال جميل آخر هو مجموعة العلاقات التي قد نشأت حول الشعاب المرجانية_ على نحو مستقل في أنحاء مختلفة كثيرة من العالم_ بين الأسماك المنظِّفة والأسماك الكبيرة. إن الأسماك المنظفة تنتمي إلى العديد من الأنواع المختلفة، وبعضها ليس سمكاً على الإطلاق بل جمبري، مثال لطيف على التطور المتلاقي أو المتقارب. إن وظيفة التنظيف_بين أسماك الشعاب المرجانية_هي طريقة حياة مؤسَّسة بشكل جيد، كالصيد أو الرعي أو أكل النمل بين الثدييات على البر. ينال المنظفون معايشهم بالتقاط الطفيليات من أجساد "العملاء" الأكبر حجماً. وقد بُرهِنَ على استفادة "العملاء" بشكل ممتاز في تجربة تم فيها إزالة كل المنظفين من منطقة مرجانية تجريبية، مما أدى إلى تدهور صحة الكثير من أنواع الأسماك. لقد ناقشت عادة التنظيف في موضع آخر، لذا فلن أضيف شيئاً أكثر هنا.

يحدث التطور المشترك أيضاً بين أنواع لا تستفيد من وجود الآخر، كالمفترس والفريسة، أو الطفيليات والعائل. يُدعى هذا النوع من التطور المشترك أحياناً بـ (سباق التسلح)، وسأؤجل مناقشته إلى الفصل الثاني عشر.

الطبيعة باعتبارها العامل الانتخابيّ

فلأصلْ بهذا الفصل والفصل السابق له إلى خلاصة. إن الانتخاب_في شكله الاصطناعي من قِبَل مربي السلالات البشر_يمكنه تحويل كلب بري آسيوي إلى الكلب البكينيّ، أو الملفوف البري إلى قرنبيط، في خلال قرون قلائل. إن الاختلاف بين أي سلالتين من الكلاب يعطينا فكرة مقتضبة عن حجم التغير التطوري الذي يمكن تحقيقه خلال أقل من ألفية. إن السؤال التالي الذي يجب أن نسأله كم عدد الألفيات التي نحتاج أن نعدها والتي تمثِّل كل تاريخ ظهور الحياة؟ لو تصورنا الكم المجرد للاختلاف بين الكلب البري الآسيوي عن الكلب البكينيّ، والذي احتاج فقط قروناً قلائل من التطور، فكم هو أطول الزمن الذي يفصلنا عن بداية التطور، أو لنقل عن بداية نشأة الثدييات، أو عن الزمن الذي انتقلت فيه الأسماك إلى اليابسة؟ إن الإجابة أن الحياة لم تبدأ منذ قرون مضت فحسب، بل منذ عشرات ملايين القرون الماضية. إن العمر المُقاس لكوكبنا هو ٤,٦ مليار سنة، أو حوالي ٤٦ مليون قرن. إن الزمن المنصرم منذ السلف المشترك لكل الثدييات المعاصرة الساعية على الأرض هو حوالي مليونين من القرون. إن القرن الواحد يبدو لنا طويلاً تماماً، فهل يمكنك تصور مليوني قرون، يعقب أحدها الآخر؟ إن الزمن المنصرم منذ زحف أسلافنا السمكيون خارج الماء إلى اليابسة هو حوالي ٣,٥ مليون قرن، بمعنى آخر: حوالي عشرين ألف مرة ضعف ما استغرقه الزمن لعمل كل سلالات الكلاب المختلفة جداً عن السلف المشترك الذي يتشاركونه كلهم.

ضع في ذهنك صورة تقريبية لكم الاختلاف بين الكلب البكيني والكلب الآسيوي البري. نحن لا نتحدث عن قياسات دقيقة هنا: فسيؤدي نفس الغرض كذلك التفكير في الاختلاف بين أي سلالة من الكلاب وأي سلالة أخرى، لأن هذا في المتوسط يضاعِف كم التغير الذي قد عُمِل بالانتخاب الاصطناعيّ، من السلف المشترك للكلاب. ضع في ذهنك هذا النوع من التغير التطوري، ثم استنبط عودةً إلى

الخلف عشرين ألف مرة ضعف ذلك في الماضي. يصبح سهلاً حقاً قبول أن التطور قد يُنجِز كم التغير اللازم للتحويل من سمكة إلى إنسان.

إلا أن كل هذه هي افتراضات مسبقة عن أننا نعرف عمر الأرض، وعمر نقاط التحول المميزة العديدة في السجل الأحفوري. وبما أن هذا كتاب عن الأدلة، لذا لا يمكنني أن أؤكد التواريخ فحسب، بل يجب أن أثبتها. فيكف_حقيقةً_نعلم عمر أية صخرة معينة؟ كيف نعلم عمر متحجرة؟ كيف نعلم عمر كوكب الأرض؟ كيف_بالتالي_نعلم عمر الكون؟ نحن نحتاج ساعاتٍ لذلك، والساعات الجيولوجية هي موضوع الفصل القادم.

الفصل الرابع: الصمت والوقت البطيء [الساعات الإشعاعية]

إن كان منكرو التاريخ الذين يشكون بحقيقة التطور جاهلين بعلم الأحياء. فإن الذين يعتقدون أن العالم قد بدأ منذ أقل من عشرة آلاف سنة هم أسوأ من جاهلين، فهم مضلَّلون إلى درجة العناد. إنهم ينكرون ليس فقط حقائق علم الأحياء، بل أيضاً تلك الحقائق الخاصة بالفيزياء والجيولوجي (علم طبقات الأرض) وعلم الكون وعلم الآثار والتاريخ والكيمياء. هذا الفصل يتحدث عن كيفية معرفتنا أعمار الصخور والمتحجرات المطمورة فيها. إنه يقدم الدليل على أن مقياس الزمن الذي دارت الحياة خلاله على هذا الكوكب تُقاس ليس بآلاف السنين بل بآلاف ملايين السنين.

تذكر أن علماء التطور هم في موضع المحققين الذين جاؤوا متأخراً إلى مسرح الجريمة، ليحددوا متى حدثت الأشياء، فنحن نعتمد على آثار تركتها عمليات تعتمد على الوقت، ساعات بالمعنى الواسع للكلمة. إن أول الأشياء التي يفعلها محقق عندما يتحرى في جريمة قتل هي سؤال الطبيب الشرعي أو أخصائي الأمراض أن يقدر وقت الوفاة. إن الكثير ينبع من هذه المعلومة، وفي روايات الجريمة والتحقيقات يُمنَح احترام عظيم إلى تقدير أخصائي الأمراض. إن وقت الوفاة حقيقة معيارية، محور معصوم من الخطأ تدور حوله تخمينات لا تُصدَّق تقريباً من قِبَل المحقق. لكن هذا التقدير للوقت بالتأكيد عرضة للخطأ، خطأ يمكن قياسه ويمكن أن يكون كبيراً تماماً. لذا يستعمل أخصائي الأمراض العديد من العمليات المعتمدة على الوقت لتقدير وقت الوفاة: درجة تبرد الجسم بمعدل معين، وتيبس الجثة ينشأ في وقت معين، وما إلى ذلك. هذه هي "الساعات" البسيطة يقيناً المتاحة للمحقق في جريمة قتل. إن الساعات المتاحة لعالِم التطور أكثر دقةً بكثير في قدرتها بالنسبة إلى مقياس الوقت المُتضمَّن، بالتأكيد ليس أكثر دقة إلى أقرب ساعة! إن التشابه مع ساعة دقيقة بالنسبة إلى صخرة من العصر الجوارسيّ في يدي عالم جيولوجيّ أكثر إقناعاً مما بالنسبة إلى جثة باردة بين يدي الطبيب الشرعيّ.

إن الساعات المصنوعة بشرياً تعمل على مقاييس وقت قصيرة جداً بالمقاييس التطورية: ساعات دقائق وثوانٍ. والعمليات المعتمدة على الوقت التي نستعملها سريعة: تأرجح بندول، أو دوران زنبرك شعري، أو تذبذب بلورة، أو احتراق شمعة، أو جفاف إناء مياه، أو ساعة رملية، أو دوران الأرض حول نفسها مسجلاً بمزولة شمسية. إن كل الساعات تستعمل عمليةً ما تحدث بمعدل ثابت ومعروف. فالبندول يتأرجح بمعدل ثابت متواصل تماماً، والذي يعتمد على طوله و ليس _ على الأقل نظرياً_على نطاق تأرجحه أو إجمالي الذبذبة في النهاية. إن الساعات التقليدية كساعات الأجداد تعمل عن طريق ربط بندول إلى ميزان ساعة والذي يدفع ترساً مسنناً. خطوة بخطوة، ينتقل الدوران إلى تروس الساعة فالدقيقة فالثانية. تعمل الساعات ذات الزنبرك الشعري بطريقة مشابهة. تستخدم الساعات الرقمية مكافئاً إلكترونياً للبندول، وهو تذبذب نوع معين من البلور عندما يُمَدّ بالطاقة من بطارية. أما الساعات المائية والشمعية فأقل دقة بكثير، لكنها كانت مفيدة قبل اختراع الساعات العادّة للأحداث (كتأرجح البندول وتذبذب البلور). فقد كانت تعتمد ليس على عد الأشياء، كما تفعل الساعة البندول أو الساعة الرقمية، بل على قياس كمية ما. إن المزولة الشمسية وسيلة غير دقيقة لمعرفة الوقت. لكن دوران كوكب الأرض_والذي هو العملية المعتمدة على الوقت التي تستند المزولة إليها_دقيق على مقياس الوقت الأبطأ الذي ندعوه

بالتقويم السنويّ. هذا يعود إلى أن على هذا المقياس للوقت لا نعتمد على ساعة تقيس (فالمزولة الشمسية تقيس التغير المستمر لزاوية الشمس) بل على ساعة تعد (تعد دورات النهارات والليالي).

إن كلاً من نوعي الساعات العادّة والساعات التي تقيس متاحان لنا في مقياس الزمن البطيء على نحو مذهل للتطور. لكن للتحري عن التطور فنحن لا نحتاج إلى ساعة تخبرنا بالوقت الحاضر فحسب، كما تفعل ساعة اليد. بل نحتاج شيئاً أكثر شبهاً بساعة إيقاف يمكن إعادتها إلى الصفر أو نقطة البدء. تحتاج ساعتنا التطورية إلى أن تُصفَّر عند نقطة معينة، بحيث يمكننا أن نحسب الوقت المنقضي منذ نقطة البداية، ليعطينا_كمثال_ العمر مطلق الصحة لأحد المواد كصخرة. إن "الساعات" النشطة إشعاعياً لتأريخ الصخور النارية (البركانية) تُصفَّر على نحو ملائم إلى اللحظة التي تشكلت فيها الصخرة بتصلب الحمم المنصهرة.

لحسن الحظ، فإن تنويعة من الساعات الطبيعية القابلة للتصفير متاحة. هذه التنويعة شيء جيد، لأننا يمكننا استعمال بعض الساعات للتحقق منم صحة الساعات الأخرى. وبدرجة أكبر من حسن الحظ، فإن تلك الساعات تغطّي على نحوٍ حسّاس مدى واسعاً بشكل مدهش من مقاييس الوقت، ونحن نحتاج هذا أيضاً لأن مقاييس الزمن التطوري تستغرق سبعة أو ثمانية درجات من المقادير. إن هذا يستحق أن نشرح ما يعنيه إن درجة مرتّبة من مقدار الوقت تعني شيئاً دقيقاً. فأي تغيير لدرجة واحدة في الترتيب تعني مضاعفة (أو قسمة) الرقم لعشرة. وبما أننا نستخدم نظاماً عشرياً، فإن درجة المقدار لرقم تُحسَب بعدد الخانات العشرية أو الأصفار[1]، قبل أو بعد العلامة العشرية. من ثم فإن مدى من ثماني درجات (أو خانات) من المقدار تتألف من مئة مليون ضعف. إن عقرب الثواني في ساعة تقليدية يدور ٦٠ مرة ضعف سرعة عقرب الدقائق و٧٢٠ مرة ضعف عقرب الساعات، من ثم فإن العقارب الثلاث تغطي طيفاً من الوقت أقل من ثلاثة أعداد من الكم. هذا ضئيل جداً مقارنة بالخانات الثمانية لكم الوقت المُقاس من خلال معرض ساعاتنا الجيولوجية. إن الصخور المتحللة إشعاعياً متاحة لتغطية مقاييس زمنية قصيرة نزولاً حتى إلى كسور من الثانية، لكن لأغراض القياسات التطورية، فإن الساعات التي يمكنها قياس القرون أو حتى العقود تُعتبَر تقريباً أسرع مما قد نحتاج. هذا الطرف الأسرع لمدى الساعات الطبيعية _كحلقات الأشجار والتأريخ الكربوني_مفيد للأغراض الأثرية، ولتأريخ عينات يغطيها ذلك النوع من المقياس الزمني الذي يغطي زمن تدجين الكلاب والملفوف (الكرنب والقرنبيط). عند الطرف الآخر لهذه المقاييس، فإننا نحتاج ساعات طبيعية يمكنها حساب مئات الملايين أو حتى المليارات من السنوات. والطبيعية_ممجدةً لتكن_قد زودتنا بالمدى الواسع من الساعات الذي نحتاجه تماماً. وما هو أكثر من ذلك: أن أطياف الدقة الحساسة تتوافق مع بعضها الآخر، لذا فيمكننا استعمال بعضها للتحقق من صحة البعض الآخر.

حلقات الأشجار

يمكن استعمال حلقات الأشجار الداخلية لتأريخ عمر قطعة من الخشب، لنقل مثلاً عارضة في بيت للسلالة الملكية لأسرة Tudor البريطانية، بدقة مدهشة، حرفياً حتى أقرب سنة. هذه كيفية عملها: أولاً، كما يعلم معظم الناس يمكنك تحديد عمر شجرة مقطوعة حديثاً بعد الحلقات في جذعها، مفترضاً أن الحلقة الأبعد تمثل الحاضر. تمثل الحلقات نمواً متبايناً في المواسم المختلفة من السنة،

[1] وهو ما يعتمد فرضياً على الموقف التطوري لامتلاكنا عشرة أصابع. لقد تفكر على نحو إبداعي أننا لو كنا قد وُلِدنا بثمانية أصابع وبالتالي أصبحنا معتادين على علم حساب ثماني بدلاً من عشريّ، فلربما كنا سنخترع علم حساب ثنائي باعتبار الثمانية من أضعاف الرقم ٢.

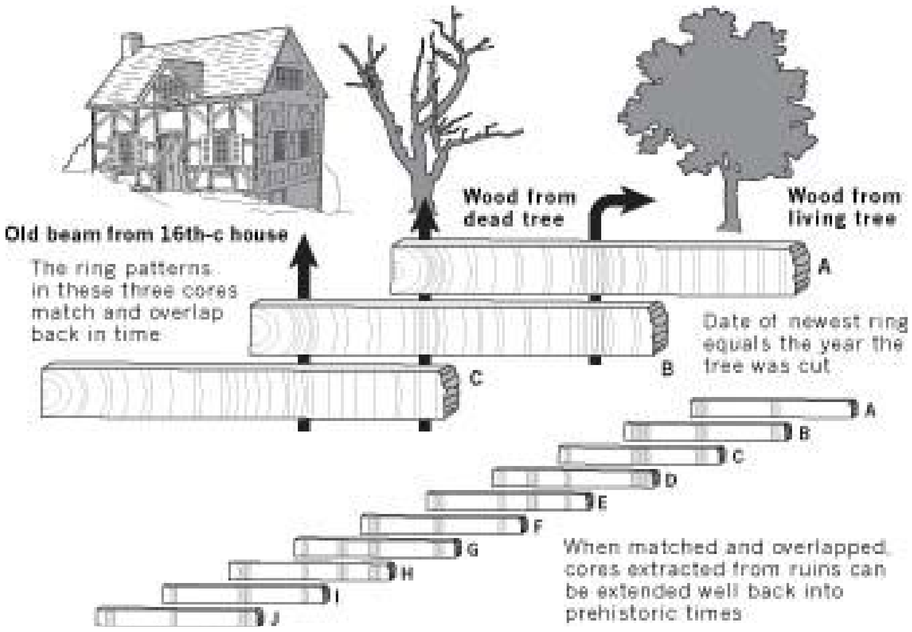
الشتاء والصيف، موسم جاف أو رطب. وهي واضحة بشكل خاص عند الخطوط العليا، حيث يكون هناك اختلاف قوي بين الفصول. لحسن الحظ، فأنتَ لا تحتاج في الحقيقة لقطع الشجرة من جذرها لتحدد عمرها. فيمكنك أن تلقي نظرة على حلقاتها دون قتلها، بالثقب في منتصف الشجرة واستخراج عينةً للب. لكن مجرد عد الحلقات لا يخبرك في أي قرن قد عاشت عارضة منزلك، أو صاري مركبك العتيق. فإن كنت تريد أن تحدد بدقة تاريخ خشبة قديمة ميتة منذ زمن طويل فستحتاج أن تكون أكثر دقة. ليس فقط تعد الحلقات، بل تنظر إلى أنماط الحلقات السميكة والرقيقة.

وكما أن وجود الحلقات يدل على الدورات الموسمية للنمو الثريّ أو الرديء، من ثم فإن بعض السنوات أفضل من الأخرى، لأن المناخ يتنوع من سنة إلى الأخرى. فهناك مواسم جفاف تؤخر النمو، وسنوات غزيرة تستحثه، هناك سنوات باردة وأخرى حارة، وحتى سنوات كوارث طبيعية. السنوات الجيدة_بالنسبة للشجرة_تنتج حلقات أعرض عن السنوات الرديئة. وإن نمط الحلقات العريضة والضيقة في أي منطقة_ الذي يسببه تعاقب معين كالعلامة المسجلة من السنوات الجيدة والرديئة_متميز على نحو كافٍ. كبصمة إصبع تحدد السنوات المحددة بالضبط التي تكونت فيها الحلقات، لتكون ممكنة التمييز من شجرة إلى أخرى.

يقيس علماء تأريخ الأشجار الحلقات من الأشجار المعاصرة، حيث يُعرَف التاريخ الدقيق لكل حلقة بالعد عودةً إلى السنة التي يُعرَف أن الشجرة قد قُطِعَت فيها. من هذه القياسات، ينشؤون مجموعة مرجعية من أنماط الحلقات، يمكنك المقارنة بها لأنماط الحلقات لعينة أثرية لا تعرف تاريخها. لذا فستحصل على التقرير: "هذه العارضة الملكية لأسرة تودور تحتوي تسلسلاً كالتوقيع لحلقاتها يتطابق مع تسلسل من المجموعة المرجعية، المعروفة بأنها قد عاشت ما بين الأعوام ١٥٤١ إلى ١٥٤٧. بالتالي فإن المنزل قد بُنيَ بعد عام ١٥٤٧م."

كل هذا جيد، لكن ليس كثير من أخشاب عصرنا كانت حية في أزمنة أسرة تودور الملكية، ناهيك عن العصر الحجري أو ما بعده. هناك بعض الأشجار_كأشجار الصنوبر المخروطيّ وبعض الأشجار الحمراء_تعيش آلاف الأعوام، لكن معظم الأشجار المستخدمة كدعامات تُقطَع عندما تكون أصغر من عمر قرن أو ما شاكل. كيف إذن نُكوِّن المجموعة المرجعية للحلقات لأزمنة أكثر قدماً؟ من أجل أزمنة بعيدة جداً والتي ولا حتى أقدم شجرة صنوبر حية تعود إلى تلك الأزمنة السحيقة؟ أعتقد أنك قد تكون خمنتَ الإجابة فعلاً. إنها التزامنات. هذا أشبه بالحبل الطويل الذي يصل إلى مئة ياردة طولاً، لكن لا يوجد نسيج واحد مما يتألف منه يصل إلى أكثر من جزء من هذا المجموع للطول. لاستعمال مبدأ التزامن أو التداخل الزمنيّ في علم تأريخ الأشجار، فإنك تأخذ أنماط البصمات المرجعية المعروف تاريخها من الأشجار المعاصرة، ثم تحدد بصمة من الحلقات القديمة في الأشجار المعاصرة وتبحث عن نفس البصمة في الحلقات الأحدث في الأشجار الميتة منذ أمد بعيد. ثم تنظر إلى البصمات في الحلقات الأقدم في نفس تلك الأشجار الميتة منذ أمد، ثم تبحث عن نفس النمط في الحلقات الأحدث لأشجار أكثر قدماً، وهلم جراً. يمكنك تعقب التاريخ نظرياً لملايين السنوات إلى الخلف مستعملاً الغابات المتحجرة، رغم أنه عملياً يُستخدَم علم تأريخ الأشجار فقط على المقاييس الأثرية التي هي خلال بعض آلاف السنوات. والشيء المدهش بشأن علم تأريخ الأشجار هو أنه_نظرياً على الأقل_يمكنك أن تكون دقيقاً لأقرب سنة، فحتى في غابة متحجرة تعود إلى مئة مليون سنة، يمكنك أن تقول بدقة أن هذه الحلقة في متحجرة شجرة جوارسية كانت تشكلت تحديداً بعد ٢٥٧سنة من هذه الحلقة في شجرة أخرى من العصر الجوارسيّ! لو كان هناك نظرياً فقط غابات متحجرة على نحو كافٍ لتعقب الماضي بلا انقطاع من الزمن الحاضر،

لكان بإمكانك القول أن هذه الشجرة ليست فقط من العصر الجوارسي المتأخر، بل كنت ستقول أنها كانت تعيش في عام ١٥١٤٣٢٦٥٧ قبل الميلاد بالضبط! لكن لسوء الحظ، ليس لدينا تسلسل سليم غير منقطع، وعملياً يعود بنا علم تأريخ الأشجار إلى ١١٥٠٠ سنة ماضية فحسب. مع ذلك، فليس الأمر مخيباً للآمال بعد الأمل في تحققها[1]، فلو استطعنا العثور على غابات متحجرة على نحوٍ كافٍ، لاستطعنا التأريخ إلى أقرب سنة خلال نطاق زمنيّ من مئات ملايين السنوات.



شكل توضيحيّ لكيفية عمل علم تأريخ الأشجار

إن حلقات الأشجار ليست تماماً النظام الوحيد الذي يضمن دقة تامة لأقرب سنة. إن الطين الرقائقي الحوليّ Varves هو طبقات رسوبية تشكلت في بحيرات العصر الجليدي. وكحلقات الأشجار، فإنها تتنوع موسمياً ومن سنة إلى أخرى، لذا فنظرياً نفس المبدأ يمكن استعماله، بنفس الدرجة من الدقة. والشعاب المرجانية أيضاً لها حلقات نمو سنوية، تماماً كالأشجار. على نحوٍ رائع فإن هذا قد استُعمِل للكشف عن تواريخ الزلازل القديمة. وحلقات الأشجار أيضاً_بالمناسبة_تخبرنا بتواريخ الزلازل. معظم أنظمة التأريخ الأخرى المتاحة لنا_بما فيها الساعات النشطة إشعاعياً التي نستعملها في الحقيقة ضمن مقياس زمني من عشرات أو مئات ملايين أو مليارات السنوات_دقيقة فقط ضمن معدل خطأ يتناسب تقريباً مع المقياس الزمنيّ المعنيّ.

الساعات النشطة إشعاعياً

فلنلتفت الآن إلى الساعات النشطة إشعاعياً. إن هناك الكثير منها حقاً للاختيار من بينها، وكما قد قلتُ سابقاً فإنها تغطي على نحو سارّ مدى زمنيّ من قرون إلى آلاف الملايين من السنوات. كل واحدة لها هامشها من الخطأ، والذي هو عادةً ١٪. بالتالي فإذا أردتَ تأريخ صخرة عمرها مليارات الأعوام، فلابد أن تقنَع بخطأ زيادة أو نقص عشرات الملايين من الأعوام. وإن أردتَ تأريخ صخرة عمرها

[1] التعبير الإنجليزي المستعمل هنا هو المصدر tantalizing، وهو بديع التصوير لأنه مأخوذ من أسطورة تانتالوس اليونانية وهو الملك الذي عاقبته الآلهة في جحيم هاديس بأن يرى الماء والفاكهة والتي تنسحب كلما يحاول الوصول لها، ويستعمل التعبير بمعنى ظهور الأمل ثم تحطمه، أي مخيب للأمل على نحوٍ تانتالوسيّ_المترجم

مئات الملايين من الأعوام، فلابد أن تقنع بخطأ ملايين [*الأعوام*]. ولتأريخ صخرة عمرها عشرات الملايين من الأعوام فقط، فلابد أن تسمح بخطأ من زيادة أو نقص مئات الآلاف من الأعوام.

لنفهم كيفية عمل الساعات النشطة إشعاعياً، نحتاج أن نفهم أولاً ما معنى النظير النشط إشعاعياً. كل المادة تتألف من عناصر، والتي عادة ما تتحد مع عناصر أخرى: إن هناك حوالي مئة عنصر، أكثر قليلاً إن عددتَ العناصر التي تستبان فقط في المعامل، أو أقل قليلاً إن عددت العناصر التي توجد في الطبيعة فقط. أمثلة العناصر هي الكربون والحديد والنيتروجين والألومنيوم والمغانسيوم والفلورين والأرجون والكلور والصوديوم واليورانيوم والرصاص والأُكسجين والبوتاسيوم والقصدير. إن النظرية الذرية_التي أعتقد أن كل أحد يقبلها، حتى الخلقيون_تُعْلِمنا أن كل عنصر له ذرته مميزة الصفات الخاصة به، والتي هي أصغر جسيم يمكنك تقسيم العنصر إليه دون أن يتوقف عن كونه ذلك العنصر. كيف تبدو ذرة، لنقل ذرة رصاص أو نحاس أو كربون؟ حسناً، بالتأكيد لا تبدو كشيء مثل الرصاص أو النحاس أو الكربون. إنها لا تبدو كأي شيء، لأنها أصغر بكثير من أن تشكِّل أي نوع من الأشكال في شبكية عينك، حتى مع مجهر (ميكروسكوب) فائق القوة. يمكننا استعمال تشبيهات من النماذج لتساعدنا على تصور الذرة. أشهر نموذج كان قد اقترحه عالم الفيزياء الدنماركيّ العظيم Niels Bohr. إن نموذج بوهر_والذي صار الآن خارج تاريخ الصلاحية بالأحرى_أشبه بمصغَّر للنظام الشمسيّ، تُحتَوَى كل كتلة الذرة في النواة (مماثلةً للشمس)، ويُحتوَى كل الحجم تقريباً في المسافة الخالية الفاصلة للإلكترونات (مماثلةً للكواكب) عن النواة. كل إلكترون ضئيلٌ مقارنةً مع النواة، والمسافة بينهم وبين النواة هائلة مقارنةً مع حجم أيٍّ منهم. إن تشبيهاً أثيراً يصور النواة كذبابة في وسط إستاد رياضيّ. أقرب نواة جارَة هي كذبابة أخرى في وسط إستاد مجاور. تحوم إلكترونات كل نواة في مدار حول ذبابتها الخاصة (نواتها)، أصغرَ من أكثر البعوض ضآلةً، أصغر من أن تُرى على نفس مقياس الذبابة. عندما ننظر إلى كتلة صلبة من الحديد أو الصخر، فإننا ننظر في واقع الأمر إلى ما هو مساحة فارغة بالكامل تقريباً. إنه يبدو لنا ونشعر به صلباً ومصمتاً لأن أنظمتنا الحسية وعقولنا تجد أنه من الملائم معاملتها كصلبة ومصمتة. إنه من الملائم للعقل تصور الصخرة كصلبة لأننا لا يمكننا المشي خلالها. كلمة صلب هي وسيلتنا لخبرة الأشياء التي لا يمكننا المشي خلالها ولا السقوط فيها، بسبب القوى الإلكترومغناطيسية بين الذرات. مُصمَت كلمة تعبر عن خبرتنا عندما ينعكس الضوء عن سطح مادة، ولا ينفذ أي منه خلالها.

إن ثلاثة جسيمات تدخل في تكوين الذرة، على الأقل كما يُتصوَّر في نموذج بوهر. أما الإلكترونات فقد تحدثنا عنها من قبل. أما الاثنان الآخران فأكبر إلى حد كبير من الإلكترونات_لكن يظلان أصغر مقارنةً بأي شيء يمكننا تخيله أو الخبرة به من خلال حواسنا_يُدعيان البروتونات والنيوترونات، ويوجدان في النواة. كلاهما بنفس حجم الآخر تقريباً. إن عدد البروتونات ثابت لأي عنصر نتعامل معه ومساوٍ لعدد الإلكترونات. يُدعى هذا العدد بالعدد الذريّ. إنها صفة مميزة على نحو فريد لكل عنصر، ولا توجد ثغرات في قائمة الأعداد الذرية، ألا وهي الجدول الدوريّ الشهير. كل رقم في السلسلة يتوافق مع عنصر واحد بالضبط، وواحد فقط. إن العنصر ذا الرقم ١ لعدده الذريّ هو الهيدروجين، والرقم ٢ هو الهيليوم، و٣ الليثيوم، و٤ البريليوم، و٥ البورون، و٦ الكربون، و٧ النيتروجين، و٨ الأكسجين، وهلم جراً وصولاً إلى الأعداد الكبيرة كالعدد ٩٢ الذي هو العدد الذريّ لليورانيوم.

تحمل البروتونات والإلكترونات شحنة كهربية، ذات سمة نقيضة لأحدهما الآخر. ندعو أحدهما موجب والآخر سالب بناءً على عُرفٍ اعتباطيّ. هذه الشحنات تكون هامة عندما تؤلِّف العناصر اتحادات كيميائية مع بعضها الآخر، ويتوسط فيها الإلكترونات. أما

النيوترونات في ذرةٍ فإنها مقيدة في النواة سوياً مع البروتونات. وعلى عكس البروتونات فهي لا تحمل أي شحنة، ولا تلعب أي دور في التفاعلات الكيميائية. إن البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في أي عنصر هي نفسها بالضبط كما في كل عنصر آخر (مع فارق العدد_م). فلا يوجد شيء على غرار بروتون بنكهة الذهب أو إلكترون بنكهة النحاس أو نيوترون بنكهة البوتاسيوم. فالبروتون هو البروتون هو البروتون، وما يجعل ذرة النحاس نحاساً هو أن هناك بها ٢٩ بروتوناً بالضبط (و٢٩إلكتروناً بالضبط). إن ما نعتقد به في العادة كطبيعة للنحاس هو مسألة كيمياء. الكيمياء هي رقص الإلكترونات. كل المسألة تتعلق بتفاعلات الذرات من خلال الإلكترونات. الروابط الكيميائية سهلة الكسر والإعادة، لأن الإلكترونات هي فقط التي تُفصَل أو تُبدَّل في التفاعلات الكيميائية. أما قوى الجذب داخل أنوية الذرة فأصعب كسراً بكثير. لهذا السبب يُحاط (الانشطار النوويّ) بمثل هذه الهالة من الخطورة، إلا أنه ممكن الحدوث في الطبيعة، في التفاعلات النووية كنقيض للتفاعلات الكيماوية، وتعتمد الساعات النشطة إشعاعياً على هذا.

إن للإلكترونات كتلة مهمَلة تافهة، لذا فإن الحجم الكليَ للذرة_أي عددها الكتليّ_يساوي مجموع عددي البروتونات والنيوترونات. إنه عادةً أكثر بالأحرى من ضعف العدد الذريّ، لأن هناك عادة نيوترونات أكثر بقليل من البروتونات في الذرة. وبخلاف عدد البروتونات، فإن عدد النيوترونات في الذرة ليس سمة مميزة لعنصر. فيمكن لذرات أي عنصر متناوَل أن تأتي بنسخ مختلفة تُدعى (النظائر)، والتي لديها أعداد مختلفة من النيوترونات، لكن دائماً نفس العدد من البروتونات. إن بعض العناصر_كالفلورين_لها فقط نظير واحد حادث طبيعياً، فالعدد الذري للفلورين هو ٩ والعدد الكتلي هو ١٩، من هذا يمكنك أن تستنتج أن له ٩ بروتونات و١٠ نيوترونات. إن عناصر أخرى لديها الكثير من النظائر. فالرصاص له خمس نظائر شائعة حادثة، كلها له نفس عدد البروتونات (والإلكترونات)، تحديداً ٨٢، والذي هو العدد الذريّ للرصاص، لكن أعداد الكتلة لتلك النظائر تتراوح ما بين ٢٠٢ و٢٠٨. إن للكربون ثلاثة نظائر حادثة طبيعياً، الكربون ١٢ هو الشائع، ذو نفس العدد للنيوترونات والبروتونات وهو ٦، وهناك أيضاً الكربون ١٣ والذي هو أقصر عمراً من أن يجعلنا نلتفت له، والكربون ١٤ الذي هو نادر، لكن ليس نادراً جداً عن أن يكون مفيداً لتأريخ العينات العضوية الحديثة نسبياً، كما سنرى.

والآن، من أجل خلفية الحقيقة المهمة التالية. إن بعض النظائر مستقرة، والآخر ليس مستقراً. فالرصاص ٢٠٢ نظير غير مستقر، في حين أن النظائر للرصاص ٢٠٤ و٢٠٦ و٢٠٧ و٢٠٨ نظائر ثابتة. إن "غير مستقر" تعني أن الذرات تتحلل تلقائياً إلى شيء آخر، وفقَ معدل قابل للتنبؤ به، ولو أنه ليس وفق لحظاتٍ يمكن التنبؤ بها. إن قابلية التوقع لمعدل التحلل هي مفتاح كل الساعات مُقيسة الإشعاع. إن كلمة أخرى تعبر عن (غير مستقر) هي (نشِط إشعاعياً). إن هناك أنواعاً عديدة من التحلل الإشعاعيّ، مما يوفر إمكانيات لساعات مفيدة. بالنسبة لأغراضنا فليس من المهم فهمهم، لكنني شرحتهم هنا لأُظهِر المستوى العظيم من التفاصيل الذي حققه علماء الفيزياء في فهم مثل تلك الأشياء. فإن مثل هذه التفاصيل تلقي ضوءاً فاضحاً تهكمياً على المحاولات اليائسة لأتباع مذهب الخلق للتقليل من أهمية دلالة الدليل من التأريخ المعتمِد على النشاط الإشعاعيّ، من خلال التبريرات المغلوطة غير العلمية، ليحفظوا كوكب الأرض في تصورهم حديثَ الوجود، كأمثال الخلقيّ Peter Pan.

كل أنواع عدم الثبات تتضمن النيوترونات. في أحد أنواعه، يتحول النيوترون إلى بروتون. هذا يعني أن العدد الكمي يظل هو نفسه (بما أن البروتونات والنيوترونات لها نفس الكتلة) لكن العدد الذريّ يصعد إلى أعلى درجة واحدة، من ثم تصبح الذرة عنصراً آخر، بدرجة

واحدة أعلى في الجدول الدوريّ. على سبيل المثال، يتحول الصوديوم ٢٤ إلى مغنسيوم ٢٤. في نوعٍ آخر من التحلل الإشعاعيّ، يحدث العكس بالضبط: يتحول بروتون إلى نيوترون. مرة أخرى، يظل العدد الكتليّ هو نفسه، لكن هذه المرة العدد الذريّ ينقص واحد، وتتحول الذرة إلى العنصر الأدنى المجاور في الجدول الدوريّ. في نوع ثالث من التحلل الإشعاعيّ_والذي يكون له نفس النتيجة_يصادف أن يصطدم نيوترون شارد بنواةٍ ويطرد بروتوناً، آخذاً مكانه. مجدداً، لا يوجد تغير في العدد الكتليّ، ومجدداً العدد الذريّ ينحدر برقمٍ واحد، وتتحول الذرة إلى العنصر الأدنى المجاور في الجدول الدوريّ. هناك أيضاً نوع أكثر تعقيداً من التحلل تطرد فيه ذرةٌ منها ما يُسمَّى بجسيم ألفا، والذي يتألف من بروتونين ونيوترونين ملتصقين ببعضهم. هذا يعني أن العدد الكتلي ينحدر بأربعة والعدد الذري باثنين. فتتحول الذرة إلى أيٍ ما كان العنصر الأدنى برقمين في الجدول الدوريّ. كمثالٍ على تحلل ألفا هو التغير في النظير النشِط إشعاعياً جداً يورانيوم ٢٣٨ (ذو ٩٢ بروتون و١٤٦نيوترون) إلى ثوريوم (ذو ٩٠ بروتون و١٤٤ نيوترون)

والآن قد اقتربنا من مربط فرس الموضوع برمته: فكل نظير غير مستقر (نشِط إشعاعياً) يتحلل وفقاً لمعدله المميز والمعروف بدقة. علاوة على هذا، بعض هذه المعدلات أبطأ من الأخرى بشكل كبير. في كل الحالات فإن التحلل الإشعاعي أسيّ، بما يعني أنك لو بدأتَ مثلاً بمئة جرام من النظير المشع، فلن يحدث أن كمية ثابتة مثل عشر جرامات من المئة جرام تُترَك متحولة إلى العنصر الآخر في وقت محدد، بالأحرى فإن نسبة ثابتة لأي كمية تترك تتحلل إلى العنصر الآخر. إن المقياس المفضل لمعدل التحلل الإشعاعي هو (نصف العمر). إن نصف العمر لنظير مشع هو الوقت المستغرق لتتحلل نصف ذراته. إن نصف العمر هو نفسه وثابت دوماً، لا يفرق كم من الذرات قد تحلل من قبل. هذا هو معنى التحلل الأسيّ. سوف تتعجب لأنه_مع هذه التناصفات المتعاقبة_لن نعرف في الحقيقة أبداً متى لن تعود هناك ذرات متروكة بلا تحول. مع ذلك، فيمكننا القول أنه بعد مضي وقتٍ كافٍ_مثلاً عشرة أنصاف أعمار_سيكون عدد الذرات المتبقية قليلاً للغاية، لدرجة أننا بالنسبة إلى الأغراض العملية سنعتبرها انتهت كلها. كمثالٍ، فإن نصف العمر للكربون ١٤ ما بين خمسة وستة آلاف سنة، ولأجل عينات أقدم من حوالي خمسة وستة آلاف سنة، فإن تأريخ الكربون عديم الفائدة، ونحتاج للالتفات إلى ساعة أبطأ.

إن نصف العمر للرابيديوم ٨٧ هو ٤٩ مليار عام. نصف العمر للفريميوم ٢٤٤ هو ٣,٣ ملّي ثانية (ملّي ثانية = ١ على ١٠٠٠ من الثانية). إن مثل هذه الدرجات القصوى المذهلة تساعد في توضيح الطيف المدهش من الساعات المتاحة. ورغم أن نصف العمر للكربون ١٥ هو ٢,٤ ثانية أقصر بكثير عن إمكانية استعماله لحل أي أسئلة تطورية، ونصف العمر للكربون ١٤ هو ٥,٧٣٠ سنة مناسب فقط للتأريخ في مقياس زمنيّ أثريّ، وهو ما سنتحدث عنه قريباً. إن نظيراً يُستعمَل كثيراً على المقياس الزمني التطوريّ هو البوتاسيوم ٤٠، ذو نصف العمر ١,٢٦ مليار عام، وسأستعمله كمثالٍ، لشرح كامل فكرة الساعات الإشعاعية. إنها تُدعى عادةً ساعة البوتاسيوم أرجون، لأن الأرجون (أقل بعدد واحد في الجدول الدوريّ) هو أحد العناصر التي يتحلل إليها البوتاسيوم ٤٠ (والآخر، ينتج عن نوع مختلف من التحلل الإشعاعيّ وهو الكالسيوم ٤٠، أعلى بعدد ١ في الجدول الدوري). فإن بُدِأ بكمية ما من البوتاسيوم ٤٠، فبعد ١,٢٦ مليار سنة ستتحلل نصف كمية البوتاسيوم ٤٠ إلى أرجون ٤٠، هذا هو معنى نصف العمر. وبعد ١,٢٦ مليار عام آخرين، فإن نصف ما قد تبقى (ربع الكمية الأصلية) سوف يتحلل، وهلم جراً. بعد وقت أقل من ١,٢٦ مليار سنة، فإن كمية أقل نسبياً من كم البوتاسيوم الأصليّ ستتحلل. من ثم، فتصور أنك قد بدأت بكمية ما من البوتاسيوم ٤٠ في مساحة مغلقة ليس بها أرجون ٤٠. بعد مضي مئات قلائل من ملايين السنوات، يأتي عالِم لنفس المساحة المغلقة ويقيس الحصص النسبية للبوتاسيوم ٤٠ والأرجون ٤٠. من هذه

النسبة_بدون اعتبار للكميات الجوهرية المتضمنة_عارفاً بنصف العمر لتحلل البوتاسيوم ٤٠ ومفترِضاً أنه لم يكن هناك أرجون في البدء_من ثم يمكن للمرء أن يقدِّر الوقت المنقضي منذ بدء العملية، وبعبارة أخرى منذ "صُفِّرَتْ" الساعة. مع ملاحظة أننا يجب أن نعرف نسبة النظير الأب (البوتاسيوم) إلى النظير الابن (أرجون٤٠). علاوة على ذلك، كما قد رأينا سابقاً في هذا الفصل، من الضروري أن يكون لساعتنا أداة للتصفير. لكن ما معنى الحديث عن (تصفير) ساعة إشعاعية؟ إن عملية التبلور تشرح لنا هذا المعنى.

فككل الساعات الإشعاعية المستعملة من قِبَل الجيولوجيين، فإن مؤقِّت البوتاسيوم/أرجون يعمل فقط فيما يُعرَف بالصخور النارية أو البركانية. تتصلب الصخور البركانية من الصخور المذابة، الماجما (أو الحمم المصهورة تحت الأرض) في حالة الجرانيت، واللافا (مقذوفات البراكين) في حالة البازلت. عندما تتحجر الصخور المذابة لتُكوِّن الجرانيت أو البازلت، فإنها تفعل هذا في شكل بلورات. في العادة ليست كبيرة وشفافة كتلك التي في الكوارتز، بل بلورات أصغر من أن تُرَى كبلورات للعين المجردة. لتلك البلورات أنماط متعددة، والعديد منها_(كحجر الميكا Mica أي حجر البلق_تحتوي على ذرات البوتاسيوم. ضمن هؤلاء ذرات من النظير الإشعاعيّ البوتاسيم٤٠. عندما تتكوَّن بلورة حديثاً_عند لحظة تحجر صخرة مذابة_يكون هناك بوتاسيوم ٤٠ لكن بلا أرجون. إن الساعة "مُصفَّرة" بمعنى أنه ليس هناك ذرات أرجون في البلورة. بمرور ملايين السنوات يتحلل البوتاسيوم ٤٠ ببطءٍ، وتأخذ ذرات الأرجون ٤٠_ واحدة تلو أخرى_مكان ذرات البوتاسيوم ٤٠ في البلورة. إن الكمية المتراكمة من أرجون ٤٠ هي مقياس للوقت المنصرم منذ تكونت الصخرة. لكن_لسبب قد شرحته تواً_هذه الكمية يكون لها معنى فقط إن عُبِّر عنها في صيغة نسبة البوتاسيوم ٤٠ إلى الأرجون٤٠. عندما كانت الساعة مصفرة (وقت بدء العملية_م)، كانت النسبة ١٠٠٪ لصالح كفة البوتاسيوم٤٠. بعد ١,٢٦ مليار عام تكون النسبة ٥٠٪ إلى ٥٠٪، وبعد ١,٢٦ مليار سنة أخرى سيتحول نصف البوتاسيوم٤٠ المتبقي إلى أرجون٤٠ أي ٢٥٪ إلى ٧٥٪، وهلم جراً. إن النسب المتخللة (لتمام العملية_م) تدل على الأزمنة المتخللة منذ صُفِّرَت ساعة البلورة. من ثَمَّ فإن الجيولوجيين_ بقياس النسبة بين البوتاسيوم٤٠ وأرجون٤٠ في قطعة صخرة بركانية التقطوها اليوم، يمكنهم أن يعلموا منذ متى تبلورت الصخرة لأول مرة من حالتها الذائبة. تحتوي الصخور البركانية على نحو نموذجيّ على العديد من النظائر المشعة المختلفة، ليس فقط البوتاسيوم٤٠، إن جانباً جيد الحظ في طريقة تحجر الصخور البركانية هو أنها تفعل ذلك فجأةً. بالتالي فإن كل الساعات في قطعة عينة من الصخر تُصفَّر في وقت واحد.

الصخور البركانية هي التي تقدم ساعات إشعاعية، لكن المتحجرات لا توجد على الأغلب في الصخور البركانية. فالمتحجرات تتكون في الصخور الرسوبية مثل الحجر الجيري والحجر الرملي، واللذان ليسا حمماً متصلِّبة. إنهما طبقات من الطين أو الطمي أو الرمل، تترسب تدريجياً على قاع البحر أو البحيرة أو مصب النهر. يُصبح الرمل أو الطمي مضغوطاً خلال الأحقاب ويتصلب كصخر. الجثث التي تقع في الطمي لديها فرصة التحجر. ورغم أن نسبة قليلة من الجثث تتحجر في حقيقة الأمر، فإن الصخور الرسوبية هي الصخور الوحيدة التي تحتوي على متحجرات تستحق الحديث عنها.

لسوء الحظ فإن الصخور الرسوبية لا يمكن تأريخها بالنشاط الإشعاعي. من الصحيح افتراض أن الجسيمات المفردة للطمي أو الرمل التي كونت الصخور الرسوبية تحتوي على البوتاسيم٤٠ وعناصر مشعة أخرى، ولذا يمكن القول أنها تحتوي على ساعات إشعاعية، لكن لسوء الحظ فهذه الساعات غير مفيدة لنا لأنها غير مصفرة على نحو سليم، أي أنها مصفَّرة في أوقات مختلفة عن بعضها البعض. إن

جسيمات الرمل المضغوطة لتكوين الحجر الرملي ربما ترسبت في الأصل من صخور بركانية، لكن الصخور البركانية التي كُوِّنَت منها كلها تصلبت في أزمنة مختلفة. فكل حبة رمل لها ساعة مصفرة في وقت خاص بها، وهذا الوقت كان على الأرجح قبل زمن طويل من تشكل الصخر الرسوبي وقيامه مقام القبر للمتحجرة التي نحاول أن نؤرخها. لذا، فمن جهة ضبط الوقت فإن الصخر الرسوبي فوضى ولا يمكن استعماله. أفضل ما يمكننا فعله_وهو جيد تماماً_أن نستعمل تواريخ الصخور البركانية التي توجد قرب الصخر الرسوبي، أو مطمورة فيه.

لتأريخ متحجرةٍ، لا تحتاج إلى أن تجدها مقحمة كساندوتش بين لوحين من الصخر البركاني حرفياً. رغم أن هذا هو الأسلوب اللطيف لتوضيح المبدأ. لكن الوسيلة الحقيقية المستعملة أكثر دقة من ذلك. بشكل مُدرَك، فإن الطبقات المتماثلة من الصخر الرسوبي توجد في كل أنحاء العالم. ومنذ زمن طويل قبل اكتشاف التأريخ الإشعاعيّ، كانت هذه الطبقات قد حُدِّدَت وأُعطِيَت أسماءً، أسماءً مثل: الكامبريّ و الأردوڤيتشيّ والديڤونيّ والجوارسيّ والطباشيريّ والإيوسينيّ الأوليجوسينيّ والميوسينيّ. إن الرواسب الديڤونيّة مدركَة كديڤونيّة في كل أنحاء العالم. إنها مشابهة أحدها إلى الآخر على نحو يمكن إدراكه، وتحتوي على قوائم متشابهة من المتحجرات. للجيولوجيين معرفة عتيقة بالترتيب الذي قد وُضِعَت فيه هذه الطبقات الرسوبية المسماة. إنها هكذا فحسب، فقبل قدوم اكتشاف الساعات الإشعاعية لم نكن نعلم متى قد وُضِعَت. لقد استطعنا ترتيبها في تسلسل لأن_من الواضح_أن الرواسب الأقدم تميل للتموضع تحت الرواسب الأحدث. كمثال، فإن الرواسب الديڤونيّة أقدم من الرواسب الكربونية[1]، ونحن نعلم هذا لأن _في تلك الأماكن من العالم حيث تتلاقى الطبقتان_تتموضع الطبقة الديڤونيّة أسفل الطبقة الكربونية (الاستثناآت على هذه القاعدة تحدث في أماكن يمكننا القول عنها من خلال أدلة أخرى أن الصخور فيها قد أُميلَت بانحراف أو حتى قُلِبَت رأساً على عقب). لسنا محظوظين في العادة بشكل كافٍ للعثور على تسلسل كامل من الطبقات، يشمل كل التاريخ من الكامبريّ في الأدنى حتى الوقت المعاصر في الأعلى. لكن لأن الطبقات معروفة للغاية، فيمكنك استنباط أعمارها النسبية عن طريق سَلسَلة وترتيب الطبقات في العالم كله.

من ثم، فمنذ زمن طويل قبل أن نعرف عمر المتحجرات، عرفنا الترتيب الذي وُضِعَت به المتحجرات، أو على الأقل الترتيب الذي وُضِعَت به الطبقات الرسوبية المحددة. فنحن قد علمنا أن متحجرات العصر الكامبريّ _والعالَم الذي عاشت فيه_ كانت أقدم من الخاصة بالعصر الأردوڤيتشيّ، والتي بدورها أقدم من تلك الخاصة بالعصر السيلوريّ، ثم يأتي الديڤونيّ، ثم الكربونيّ، فالبيرميّ، فالترياسيّ، فالجوارسيّ، فالطباشيريّ، وهكذا دواليك. وضمن هذه الطبقات الرئيسية المحددة، ميز الجيولوجيون أيضاً مناطق فرعية، مثل: الجوارسية العليا، والجوارسية الوسطى، والجوارسية الدنيا، وهلم جراً.

إن الطبقات المحددة تُعرَف عادةً بالمتحجرات التي تحتويها.ونحن في سبيلنا لاستعمال ترتيب الحفريات كدليل على التطور! هل هذا في خطر أن يتحول إلى برهان دائريّ؟ بالتأكيد لا. فكِّر في المسألة: متحجرات العصر الكامبريّ هي مجموعة مميزة معروفة على نحو لا يمكن الخطأ فيه على أنها كامبرية. وحتى هذه اللحظة نستعمل مجموعة مميزة من المتحجرات ببساطة كورقة تعريف للصخور الكامبرية_كأنواع دليلية_أينما وجدناها. هذا_في الواقع_سبب تعيين شركات البترول خبراء متحجرات لتحديد طبقات معينة من الصخور، عادةً من خلال متحجرات مجهرية، كائنات متحجرة ضئيلة تُعرَف _على سبيل المثال_بالـforaminifera والـradiolaria .

[1] سُمِيَت هكذا بسبب الفحم الذي يتواجد بها بكثرة.

إن قائمة مميزة من المتحجرات تُستعمَل لمعرفة الصخور الأردوڤيتشيّة والديڤونيّة، وهلم جراً. حتى الآن، كل ما نستعمل هذه المجموعات من المتحجرات فيه هو تحديد ما إذا كانت شريحة من الصخر_لنقل مثلاً_بيرمية أو سيلورية. الآن نمضي قدماً لاستعمال الترتيب الذي وُضِعَت فيه الطبقات المحددة لمعرفة أيها أقدم أو أحدث. وحيث قد رسّخنا هاتين المعلومتين، يمكننا بالتالي النظر إلى المتحجرات في طبقات أحدث من بعضها الآخر على التوالي، لنرى ما إذا كانت تؤلف ترتيباً تطورياً معقولاً حينما يُقارَن أحدها بالآخر في تسلسل. هل ترتقي في اتجاه منطقيّ؟ هل تَظهَر أنواع معينة من المتحجرات_كمثال متحجرات الثدييات_بعد تاريخ محدد فقط، وليس قبله أبداً؟ إن الإجابة على كل هذه الأسئلة هي نعم. دائماً نعم، بلا استثناآت. هذا دليل قوي على التطور، لأنها لم تكن حقيقة ضررية، فلم يكن هناك شيء يُستلزَم أن ينتج عن وسيلتنا لتحديد الطبقات ووسيلتنا للحصول على ترتيب زمنيّ لها.

إنها حقيقة علمية أنه لا يوجد شيء يمكنك تسميته حيوان ثديي ولو من حد بعيد قد وُجِد في الصخر الديفونيّ أو أي طبقة أقدم. إنه ليس مجرد أندر في الحقبة الديڤونية عن الصخور اللاحقة، بل أنها لا توجد أبداً حرفياً في الصخور الأقدم من تاريخ معين. لكن هذا لم يكن يتوجب أن يكون إلزامياً. ألم يكن من الممكن أن تكون الحالة أننا بينما نحفر أعمق فأعمق من الصخور الديڤونية، خلال السيلورية ثم حتى الأكثر قدماً خلال العصر الأوردوفيتشيّ، فنجد فجأة أن الحقبة الكامبرية_الأقدم منهم كلهم_قد عُجَّت بالثدييات. هذا في الحقيقة ليس ما نجده، لكن هذه الاحتمالية تبرهن أنك لا يمكنك اتهام هذا البرهان بأنه دائريّ: ففي أي لحظة قد يكشف شخص ما عن حفرية ثدييّ في الصخور الكامبرية، ولكانت نظرية التطور قد انهارت فوراً لو نجح أحد في هذا. بعبارة أخرى، فإن نظرية التطور قابلة للدحض ومحاولته، وهي لذلك نظرية علمية. سأعود إلى هذه النقطة في الفصل السادس.

يحاول الخلقيون شرح هذه الاكتشافات وعادةً ما ينجزون كوميديا عالية. فطوفان نوح_كما قد أخبرونا_هو المفتاح لفهم الترتيب الذي نجد فيه متحجرات المجموعات الرئيسية للحيوانات. هاهنا اقتباس مباشر من موقع خلقيّ "متميِّز":

"إن الترتيب الأحفوريّ في الطبقات الجيولوجية يُظهِر:

١-اللافقاريات (حيوانات لافقارية بحرية بطيئة الحركة) ستهلك أولاً، يتبعها الأسماك الأكثر حركة التي سوف تُغمَر بالطوفان.

٢-البرمائيات (قريبة إلى البحر) ستهلك بعدها عندما ترتفع المياه.

٣-الزواحف (حيوانات برية بطيئة الحركة)هي التالية في الموت.

٤-الثدييات سيمكنهم الهرب من المياه المرتفعة، والأكبر والأسرع سيكونون الأطول بقاءً أحياء.

٥-الإنسان سيستعمل براعة أكثر، يتسلق جذوع الأشجار...إلخ للهرب من الطوفان.

هذا التسلسل هو شرح مُرض على نحو تام للترتيب الذي توجد به المتحجرات العديدة في طبقات الأرض. إنه ليس الترتيب الذي تطورت به بل الترتيب الذي غُمِرَت به في زمن طوفان نوح.

بعيداً تماماً عن كل الأسباب الأخرى للاعتراض على هذا التفسير اللافت للنظر، فسيكون هناك دائماً ميل إحصائيّ للثدييات_كمثال_لأن تكون أفضل في المتوسط في الهرب من المياه المرتفعة من الزواحف. بدلاً من هذا_وكما يجب أن نتوقع وفق نظرية

التطور_لا يوجد حرفياً أي ثدييات في الطبقات الأدنى في السجل الجيولوجيّ. إن نظرية "التوجه إلى المرتفعات" كانت ستكون على أرضية أصلب إن كان هناك نقص إحصائيّ لمتحجرات الثدييات كلما نزلت إلى الأسفل خلال الصخور. لا يوجد حرفياً أي تريلوبيتات trilobites (ثلاثيات الفصوص)_نوع منقرض من المفصليات_فوق الطبقة البيرمية، حرفياً لا ديناصورات (عدا الطيور) فوق الطبقة الطباشيرية. مجدداً، في كل هذه الحالات، لكانت نظرية "التوجه إلى التلال" ستتوقع نقصاناً إحصائياً لا انعداماً تاماً.

نعود إلى موضوع التأريخ، والساعات الإشعاعية: فلأن الترتيب النسبيّ للطبقات الرسوبية المحددة معروف جيداً، ونفس الترتيب يوجد في كل أنحاء العالم، فيمكننا استعمال الصخور البركانية المتواجدة فوق أو تحت الطبقات الرسوبية، أو المطمورة فيها، لتأريخ هذه الطبقات الرسوبية المحددة، ومن ثم المتحجرات المتضمنة فيها. بتحسن هذه الوسيلة، يمكننا تأريخ الحفريات التي توجد قرب الطبقة العليا الكربونية أو الطباشيرية، باعتبارها أكثر حداثة من الحفريات التي توجد أدنى قليلاً في نفس الطبقة. لا نحتاج أن نجد صخرة بركانية بجوار أي متحجرة معينة نريد تأريخها. فيمكننا أن نقول أن متحجرتنا_مثلاً_من العصر الديفوني المتأخر، من خلال موضعها في الطبقة الديڤونية. ونحن نعلم_من خلال التأريخ الإشعاعيّ للصخر البركانية المجودة مصاحبةً للطبقة الديڤونية في كل أنحاء العالم_أن الحقبة الديڤونية انتهت منذ حوالي ٣٦٠ مليون سنة ماضية.

Unstable isotope	Decays to	Half-life (years)
Rubidium-87	Strontium	49,000,000,000
Rhenium-187	Osmium-187	41,600,000,000
Thorium-232	Lead-208	14,000,000,000
Uranium-238	Lead-206	4,500,000,000
Potassium-40	Argon-40	1,260,000,000
Uranium-235	Lead-207	704,000,000
Samarium-147	Neodymium-143	108,000,000
Iodine-129	Xenon-129	17,000,000
Aluminium-26	Magnesium-26	740,000
Carbon-14	Nitrogen-14	5,730

الساعات الإشعاعية

إن ساعة البوتاسيوم أرجون هي واحدة فحسب من العديد من الساعات المتاحة للجيولوجيين، كلها تستعمل نفس المبدأ على مقاييسها الزمنية المختلفة. أعلاه نرى جدولاً للساعات، مرتبة من الأبطأ إلى الأسرع. مع ملاحظة_مجدداً_المدى المدهش من أنصاف الأعمار، من ٤٩ مليار سنة عند الطرف الأبطأ إلى أقل من ستة آلاف سنة عند الطرف الأسرع. إن الساعات الأسرع_كالكربون ١٤_تعمل بأسلوب مختلف على نحوٍ ما. هذا لأن (تصفير) هذه الساعات الأعلى سرعة مختلف حتماً. بالنسبة إلى النظائر المشعة ذات نصف العمر القصير ، فإن كل الذرات التي كانت موجودة عندما تكوَّن كوكب الأرض في الأصل قد اختفت منذ زمن بعيد. قبل أن أنتقل إلى شرح كيفية التأريخ بالكربون ١٤، فإن مما يستحق التوقف عنده النظر إلى دليل آخر في صالح إثبات قدم عمر الأرض، ككوكبٍ يُقاس عمره بمليارات السنوات.

يوجد ضمن كل العناصر التي توجد على الأرض ١٥٠ نظيراً ثابتاً و١٥٨ نظيراً غير مستقر، مجموعهم الكليّ ٣٠٨. من بين الـ١٥٨ نظيراً، هناك ١٢١ بائدة أو تتواجد فقط لأنها تتجدد باستمرار، مثل الكربون ١٤ (كما سنرى). والآن، فإنْ درَسْنا الـ٣٧ نظيراً الذين لم

يبيدوا [*أي يفنوا بتحولهم إلى شيء آخر _م*]، للاحظنا شيئاً هاماً. كل واحد من هؤلاء له نصف عمر أكثر من ٧٠٠ مليون سنة، ولو نظرنا إلى الـ١٢١ التي قد فنت، للاحظنا أن كل واحد منهم له نصف عمر أقل من ٢٠٠ مليون سنة. لكن لا يختلطنَّ عليك الأمر فتُضلَّل، بالمناسبة. تذكَّر أننا نتكلم عن نصف العمر هنا، لا العمر! تفكر في نهاية نظير ذي نصف عمر من ١٠٠ مليون سنة. فإن النظائر التي أنصاف أعمارها أقل من عُشر أو ما قارب من عمر الأرض هي_بالنسبة للأغراض العملية_فانية، ولا توجد إلا في ظروف خاصة. مع استثناآت توجد لسبب خاص نفهمه، فالنظائر الوحيدة التي نجدها على الأرض هي التي لها أنصاف أعمار طويلة على نحو كافٍ لتستمر على كوكب عتيق جداً. إن الكربون١٤ أحد هذه الاستثناآت، وهو استثنائيّ لسبب مثير للاهتمام. على وجه التحديد أنه يُجدَّد باستمرار من جديد. لذا يحتاج فهم دور الكربون١٤ كساعةٍ إلى أسلوب مختلف عن الأسلوب الخاص بالنظائر الأطول أنصاف أعمار. ما الذي يعنيه تصفير الساعة على وجه التحديد؟

الكربون

من بين كل العناصر، يبدو أن الكربون أكثرها أساسية حياة. إنه العنصر الذي بدونه يصعب تصور الحياة على أي كوكب. هذا بسبب قدرة الكربون البارزة على تكوين سلاسل وحلقات وأبنية جزيئية معقدة أخرى. إنه يدخل في السلسلة الغذائية عبر عملية التمثيل الضوئي، وهي العملية التي تمتص بها النباتات الخضراء جزيئات ثاني أكسيد الكربون من الجو وتستعمل الطاقة الشمسية لتوحد ذرات الكربون مع جزيئات الماء لتصنع السكر. إن كل الكربون في داخلنا وفي كل الكائنات الحية الأخرى يأتي_بصورة أساسية_من خلال النباتات، من ثاني أكسيد الكربون في الجو [*الذي تمتصه النباتات _م*]. وهو يُعاد تدويره من جديد باستمرار إلى الجو، عندما نطرد الزفير وعندما نتبرَّز وعندما نموت.

إن معظم الكربون في ثاني أكسيد الكربون بالجو هو الكربون١٢، والذي ليس إشعاعياً. مع ذلك، فإن نسبة ذرة واحدة على التريلليون هي كربون١٤، الذي هو نشط إشعاعياً. إنه يتحلل سريعاً لا ريب بنصف عمر من ٥,٧٣٠ سنة_كما قد علمنا_ إلى نيتروجين . إن الكيمياء الحيوية للنباتات لا تميز الاختلاف بين هذين النظيرين للكربون. فبالنسبة إلى النباتات الكربون هو الكربون. من ثم يمتص النباتُ الكربون١٤ إلى جوار الكربون١٢، ويدمج نوعي ذرات الكربون في جزيئات السكر، بنفس النسبة التي يوجدان بها في الجو. إن الكربون المدموج المأخوذ من الغلاف الجوي (بنفس نسب النظائر، بما فيها الكربون١٤) ينتشر سريعاً خلال سلسلة الغذاء (نسبياً مقارنةً بنصف عمر الكربون١٤)، حيث أن النباتات تأكلها آكلات الأعشاب، وآكلات الأعشاب تأكلها اللواحم (آكلات اللحوم)، وهلم جراً. إن إن كل الكائنات الحية_سواء النباتات أو الحيوانات_لديها تقريباً نفس نسبة الكربون١٢ إلى الكربون١٤، كالتي تجدها في الجو.

من ثَمَّ، فمتى تُصفَّر الساعة؟ عند لحظة موت الكائن الحي، سواءً حيوان أو نبات. ففي تلك اللحظة ينفصل عن السلسلة الغذائية، وينقطع عن تدفق كربون١٤ جديد، من خلال النباتات الآخذة له من الجو. وبمرور القرون، فإن الكربون ١٤ في الرمم أو قطع الخشب أو قطع الملابس أو أيا ما كان، يتحلل بثبات إلى نيتروجين١٤. لذا فإن نسبة الكربون١٤ إلى الكربون١٢ في العينة تنحدر تدرجياً أكثر

فـأكثر عـن النسـبة المعياريـة الـتي تتشـاركها الكائنـات الحيـة مـع الهـواء. آخـر الأمـر، سيصـبح كـل الموجـود هـو كربـون١٢ [ونيرتوجين١٤_م]، أو بدقة أكثر فإن محتوى الكربون١٤ سيصبح أقـل بكـثير مـن أن يُقـاس. ويمكـن اسـتعمال نسـبة الكربـون١٢ إلى الكربون١٤ لحساب الزمن المنقضي منذ عزَلَ الموتُ الكائنَ عن السلسلة الغذائية والتبادل التنفسيّ مع الهواء.

كل هذا جيد، لكنه يصلُح فقط لأن هناك إمداداً متجدداً باستمرار من الكربون ١٤ في الجو. بدون ذلك، لكان الكربـون١٤ بنصـف عمـره القصير قد اختفى من الأرض منذ أمد طويل، إلى جانب كل النظـائر الموجـودة علـى نحـو طبيعـي ذوات أنصـاف الأعمـار القصـيرة. إن الكربون١٤ مميز لأنه يُكوَّن باستمرار من خـلال فعـل الأشـعة الكونيـة الـتي تُمطِـر ذرات النـيتروجين في الغـلاف الجـويّ العلـوي. إن النيتروجين هو أكثر الغازات شيوعاً في الغلاف الجوي وعدده الكتليّ ١٤، مثـل العـدد الخـاص بـالكربون ١٤. الاخـتلاف هـو أن ذرة الكربون١٤ لديها ٦ بروتونات و٨ نيوترونات، بينما ذرة النيتروجين لديها ٧ بروتونات و٧ نيوترونات (تذكر أن النيوترونات لها تقريباً على نحوٍ كافٍ نفس كتلة البروتونات). إن جزيئات الإشعاع الكـونيّ قـادرة علـى ضـرب بروتـون في نـواة ذرة نـيتروجين وتحويلـه إلى نيوترون. عندما يحدث ذلك، تصير الذرة كربون١٤، إذ أن الكربون أقل بـرقم في الجـدول الـدوري. إن المعـدل الـذي يحـدث بـه هـذا التحول ثابت تقريباً من قرن إلى آخر، وهذا سبب صلاحية التأريخ بالكربون. حقيقةً فإن المعدل ليس ثابتاً بالضبط، ومثاليـاً نحتـاج إلى مكافأة ذلك. لحسن الحظ، فإن لدينا تقويماً دقيقـاً للإمـداد المتقلـب بـالكربون١٤ في الجـو ويمكـن أن نأخـذ هـذا في الاعتبـار لتحسـين حساباتنا التأريخية. تذكر أننا خلال نفس المدى الزمنيّ تقريباً المغطَّى بتأريخ الكربون١٤، لدينا وسـيلة بديلـة لتـأريخ الأخشـاب_علـم تأريخ الأشجار والذي هو دقيق تماماً حتى أقرب سنة. بالنظر إلى أعمار عينات الأخشاب المؤرخـة بـالكربون١٤ والـتي نعـرف أعمارهـا أيضاً على نحو مستقل من تأريخ حلقات الشجر، يمكننا تقويم معدلات الخطأ المتقلـب [*غـير ثابـت النسـبة عـبر الـزمن_م*] في التـأريخ الكربوني. ثم يمكننا استعمال هذه القياسات التقويمية عندما نفحص العينات العضوية التي لا نملك لها تأريخاً بحلقات الأشجار موازياً (وهي أكثرية العينات).

إن التأريخ بالكربون اختراع حديث نسبياً، يعود إلى أربعينات القرن العشرين. في أول سنوات استعماله كان يُحتاج إلى كميات وافرة من المادة العضوية من أجل عملية التأريخ. ثم في سبعينيات القرن العشرين، تم تبني تقنية تعـرف بالقيـاس الطيفـي للكتلـة لأجـل التـأريخ بالكربون، ونتج عن ذلك أن ما يُحتاج الآن هو كمية ضئيلة فحسب من المادة العضوية. لقد أحدث هذا ثورة في أبحاث التأريخ الأثريّ. أحد أشهر الأمثلة هو كفن تورين Turin. فحيث أن هذه القطعة الشهيرة من القماش تبدو على نحو غامض موسوماً عليهـا صـورة رجـل مصلوب ملتحٍ، أمل كثيرٌ من الناس أنها قد تكون جاءت مـن زمـن يسـوع (عيسـى). لقـد ظهـر أولاً بـذكره في السـجلات التاريخيـة في منتصف القرن الرابع عشر في فرنسا، ولا أحد يعلم أين كان قبل ذلك. لقد وُضِع في تـورين منـذ عـام ١٥٧٨م، ثـم صـار تحـت وصـاية الڤاتيكان منذ عام ١٩٨٣. عندما جَعل القياس الطيفي للكتلة من الممكن تأريخ عينة ضئيلة من الكفن، بدلاً من الخيوط الأكثر التي كـان سيُحتاج لها قل ذلك، سمح الڤاتيكان بأن تُقطَع منه مُزقة صغيرة. لقد قُسِّمَت المزقة إلى ثلاثة أجزاء، وأُرسِلوا إلى ثلاثـة معامـل رائـدة متخصصة في التأريخ بالكربون، في أوكسفورد بإنجلترا وأريزونا بأمِركا وزيورخ بالنمسـا. عـاملين تحـت شـروط الاسـتقلال التـدقيقي_لا الملاحظات المقارَنة ببعضها_قدمت المعامل الثلاثة آراءها عن زمن موت الكتـان الـذي حِيـكَ منـه القمـاش. قـال معمـل أوكسـفورد عـام ١٢٠٠م، وأريزونا ١٣٠٤م، وزيورخ ١٢٧٤م. إن كل هذه التواريخ_ضمن الهوامش العادية للخطأ النسبي_متوافقة مع بعضها الآخر ومع تاريخ خمسينيات القرن الرابع عشر (١٣٥٠ وما تلاه) الذي فيه تمت الإشارة إلى هذا الكفـن في التـاريخ لأول مـرة. يظـل تـأريخ الكفـن

محل خلاف، لكن ليس لأسبابٍ تُلقي الشك على تقنية أو تكتيك التأريخ بالكربون نفسه. كمثال، فإن الكربون الذي في الكفن قد يكون لُوِّثَ بفعل حريقٍ، معروفٍ أنه حدث في عام ١٥٣٢م، ولن أمضي في تتبع هذه المسألة أكثر[1]، لأن الكفن يدخل في الاهتمام التاريخي لا التطوري. مع ذلك، فإنه مثال لطيف لتوضيح الوسيلة، وحقيقةَ أنها_بخلاف تأريخ الأشجار_ليست دقيقة إلى أقرب سنة، بل فقط إلى أقرب قرن أو نحو ذلك.

لقد شدَّدتُ على نحو متكرر أن هناك الكثير من الساعات المختلفة التي سيستطيع المحقق التطوري المعاصر أن يستعملها، وأنها أيضاً تعمل أفضل على مقاييس زمنية مختلفة، لكنها متداخلة. يمكن استعمال الساعات الإشعاعية لإعطاء تقديرات مستقلة لعمر قطعة واحدة من الصخر، تذكر أن كل الساعات قد صُفِّرَت في وقت واحد سوياً عندما تصلبت نفس قطعة الصخر ذاتها. عندما عُمِلَت مثل هذه المقارنات، توافقت الساعات المختلفة مع بعضها الآخر، ضمن هوامش الخطأ المتوقعة. هذا يعطي ثقة كبيرة في صحة الساعات. وهكذا باستعمالها مع بعضها الآخر للتقويم والتأكيد تبادلياً على الصخور المعروفة، يمكن دعم هذه الساعات بالثقة للتعامل مع مشاكل التأريخ المثيرة للاهتمام، كعمر كوكب الأرض نفسه. إن العمر المتفق عليه حالياً وهو ٤,٦ مليار سنة هو التقدير الذي تتقارب إليه الساعات المختلفة العديدة. مثل هذا الاتفاق ليس مفاجئاً، لكن للأسف تحتاج أن تُشدِّد عليه. لأن_على نحو مذهل_كما قد أشرتُ في مقدمة الكتاب ووثَّقتُ في ملحقه_أن ٤٠٪ من الشعب الأمِركيّ، ونسبة أقل نوعاً ما من الشعب البريطانيّ يدعون الاعتقاد بأن عمر كوكب الأرض_بخلاف أنه يقاس بمليارات الأعوام_أقل من عشرة آلاف سنة! وعلى نحو يدعو للرثاء_خاصةً في أمِركا ومعظم العالم الإسلاميّ_يستخدم بعض منكري التاريخ هؤلاء نفوذاً على المدارس والمنهاج الدراسية.

أما بعد، فإن منكر التأريخ قد يدَّعي_مثلاً_أن هناك شيئاً ما خطأً في ساعة البوتاسيوم أرجون. ماذا لو كان معدل التحلل البطيء جداً الحالي للبوتاسيوم٤٠ لم يبدأ إلا من زمن "طوفان نوح"؟ إن كان نصف العمر للبوتاسيوم ٤٠ قبل ذلك مختلفاً جذرياً، مثلاً بضع قرون بدلاً من ١,٢٦ مليار سنة؟ إن التذرع الاستثنائي في مثل هذه دعاوى فاضح. فلماذا يجب على قوانين الفيزياء على كوكب الأرض أن تتغير بهذا الشكل بهذه الدرجة من الضخامة والسهلة؟ وهي تنفضح أكثر عندما يحتاجون لعمل دعاوى تذرع مسوَّاة تبادلياً لكل واحدة من الساعات على نحو منفصل. في الوقت الحاضر، تتفق كل النظائر المشعة القابلة للاستعمال مع بعضها الآخر في تقدير نشوء الأرض فيما بين ٤ و٥ مليار سنة ماضية. وهي تقوم بذلك على أساس افتراض أن أنصاف أعمارها كانت دائماً نفس ما يمكننا قياسه اليوم، كما تقترح قوانين الفيزياء المعروفة بقوة على أنها _في الحقيقة_يجب أن تكون كذلك. سيحتاج منكرو التاريخ للعبث بأنصاف أعمار كل النظائر المشعة بنسبها المستقلة، لكي تصير كلها متفقة على ان كوكب الأرض نشأ منذ ٦ آلاف سنة! وأمَا فإن هذا ما أدعوه بالتذرع الاستثنائيّ! وأنا لم أُشِر حتى إلى وسائل التأريخ العديدة التي تؤدي أيضاً إلى نفس النتيجة، مثل (تأريخ المسار الانشطاريّ) fission track dating. ضع في ذهنك كم الاختلافات الهائلة للمقاييس الزمنية الخاصة بالساعات المختلفة، وتفكر بكم التلاعب المدبر والمعقد مع قوانين الفيزياء التي سيُحتاج له لجعل الساعات كلها تتفق مع بعضها الآخر، على أن عمر الأرض ٦ آلاف سنة وليس ٤,٦ مليار، مع اعتبار درجات الأهمية والأولوية! محدِّداً أن الحافز الحصريّ لمثل هذا العبث هو الرغبة في دعم أسطورة النشأة لمجموعة معينة من رجال قبيلة صحراوية من العصر البرونزيّ. إنه لمن المدهش _على أقل تقدير_ بأن أي أحد ينخدع بها.

[1] استُعمِل التأريخ بالكربون١٤ أيضاً على نحو حاسم وضروري في تأريخ مخطوطات قمران أو البحر الميت التي تعد إلى الفترة من القرن الأول قبل الميلاد والقرن الأول بعده، والكثير من الآثار الفرعونية البارزة حاسماً خلافات تأريخية ولاهوتية كثيرة_م

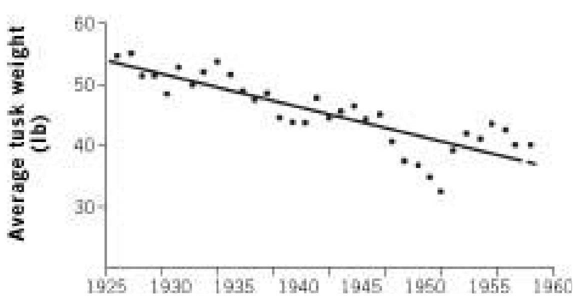
هناك نوعٍ آخر إضافي من الساعات التطورية، وهو الساعة الجزيئية، لكني سأؤجل شرحها حتى الفصل العاشر، بعد تقديم بعض الأفكار الأخرى عن علم الوراثة الجزيئيّ.

الفصل الخامس: يحدث أمام أعيننا تماماً

لقد استخدمتُ التشبيه المجازيّ للمحقق الآتي لمسرح جريمةٍ بعد أن انتهت تماماً، ويعيد بناء ما ينبغي أنه قد حدث من خلال المعلومات المفتاحية المتبقية. لكن ربما أني كنت ميالاً أكثر من اللازم للتسليم باستحالة رؤية التطور كرؤية شاهد عيان. فبالرغم من أن الغالبية العظمى من التغير التطوري حدثت قبل وجود أي إنسان، إلا أن بعض الأمثلة سريعة للغاية لدرجة أننا يمكننا رؤية حدوث التطور بأعيننا خلال عمر بشري احد.

تغير أطوال أنياب الأفيال

إن هناك دلالة قابلة للتصديق أن هذا ربما قد حدث مع الأفيال، والتي ميَّزها دارْوِن كأحد أبطأ الحيوانات في التكاثر، مع إحدى أطول دورات الأجيال. إن أحد الأسباب الرئيسية لوفاة الفيلة الإفريقية هو صيد البشر لها بالبنادق للحصول على العاج، سواء كتذكارات أو لبيعها للنحت. يميل الصيادون على نحو طبيعيّ لاختيار الأفراد ذي الأنياب الأكبر، هذا يعني_على الأقل نظرياً_أن الأفراد ذي الأنياب الأصغر سيكونون ذوي أفضلية انتخابية. كما هي العادة مع التطور دائماً، ستكن هناك ضغط انتخابية متعارضة، وما نراه يتطور سيكون حلاً وسطاً [مواءمات]. بلا ريب فإن الأفيال ذوي الأنياب الأكبر لديهم أفضلية عندما يتعلق الأمر بالتنافس مع الأفيال الأخرى، وهذا سيُوازَن مقابل ضررهم عندما يلاقون البشر ذوي البنادق. أيّ زيادة في نشاط الصيد_سواء بشكل منتهك للقانون أو قانونيّ_سيميل إلى تغيير توازن الأفضلية باتجاه الأنياب الأصغر. فإن كانت كل الأشياء الأخرى متساوية، فسنتوقع ميلاً تطورياً باتجاه الأنياب الأصغر كنتيجة للصيد البشري، لكننا كنا سنتوقع على الأرجح أنه سيحتاج لآلاف الأعوام ليصير مُلاحَظاً. لم نكن لنتوقع أن نراه خلال عمر بشري واحد. الآن لننظر إلى بعض الأرقام:



تطور وزن الأنياب في أفيال أوغندا

يُظهِر الرسم البياني أعلاه بيانات من إدارة الصيد الأوغندية، نُشِر في عام ١٩٦٢م. وهو يشير فقط إلى الأفيال المُصادة قانونياً من قِبَل صيادين مرخصين، ويُظهر متوسط وزن الأنياب بالأرطال مؤرَّخاً لها من سنة إلى أخرى بين ١٩٢٥ إلى ١٩٥٨ (خلال ذلك الزمن كانت

أوغندا محتلة من بريطانيا). أما النقط فهي أرقام سنوية. إن الخط المارّ خلال النقط ليس مرسوماً بالعين بل بتكتيك إحصائيّ يُعرَف بالانحسار الخطيّ[1].

إن حقيقة أن هناك ميلاً إحصائياً ذا مغزى إلى تقليص كتلة الأنياب لا يعني بالضرورة إنه ميل [نزعة] تطوري. إنك إن رسمت رسماً بيانياً لمتوسط طول رجال عمرهم عشرون عاماً، من سنة إلى أخرى خلال القرن العشرين، سترى في العديد من الدول ميلاً ذا دلالة اتجاه الصيرورة أطول. هذا لا يُعتبَر طبيعياً كنزعة تطرية، بل بالأحرى تأثير تغذية أحسن. مع ذلك، ففي حالة الأفيال لدينا سبب جيد للظن في وجود انتخاب قوي ضد الأنياب الكبيرة. تذكر أنه رغم أن الرسم البياني يشير إلى الأنياب المتحصل عليها من عمليات قتل مرخصة، فإن الضغط الانتخابي الذي سبَّبَ الميل ربما قد جاء على الأغلب تماماً من الصيد منتهك القانون. ينبغي أن تفكر بجدية في احتمالية كونه ميلاً تطورياً حقيقياً، ففي هذه الحالة فإنه تطور سريع على نح جدير بالملاحظة. يجب أن نكون حذرين قبل أن نستنتج أكثر من اللازم. فربما أننا نلاحظ انتخاباً طبيعياً قوياً، والذي سيتسبب على الأرجح إلى حد كبير في تغيرات في نسب تكرارات الجينات في المجموعة السكانية، لكن مثل هذه التأثيرات الجينية لم يُبرهَن عليها حتى الآن. ربما كان الاختلاف بين الأفيال كبار الأنياب وصغارها اختلاف غير جيني. رغم ذلك، فأنا ميال لأن آخذ بجدية احتمالية أنها نزعة تطورية حقيقية. وبدقة أكثر، فإن زميلي الدكتُر Dr Iain Douglas-Hamilton _وهو مرجع عالمي في مجال المجمعات السكانية للأفيال الإفريقية في الحياة البرية_يأخذ المسألة بجدية ويعتقد_على نحو صحيح بالتأكيد_أن الأمر يحتاج إلى التملي فيه عن قرب أكثر. فهو يظن أن النزعة بدأت منذ زمن طويل قبل ١٩٢٥ وقد استمرت بعد عام ١٩٥٨م. إن لديه سبباً ليعتقد أن نفس هذا السبب [*صيد البشر_م*]_عاملاً في الماضي_شكَّلَ أساس وسبب انعدام الأنياب في الكثير من المجموعات السكانية للفيلة الآسيوية. يبدو أن لدينا حالة تطور سريع متميزة تحدث أمام أعيننا تماماً، ما يحتاج إلى تعويضه بأبحاث إضافية.[2]

فلأنتقلْ الآن إلى حالة أخرى، التي يجد عليها بعض الأبحاث المعاصرة الفاتنة، حالة دراسة سحالي جزر البحر الأدرياتيكي[3]

---

1 يمكن تصوره كأكثر خط يلائم بالمقاربة كل النقط، بقياس مسافة كل نقطة عن الخط، وجمع كل المسافات، بعد تربيعها لأسباب رياضية جيدة من شأن شرحها أن يأخذنا بعيداً عن مجال اختصاصنا. إنه يرينا الميل دون أن يصرف انتباهنا إلى فوضى النقاط المستقلة. وثمة حسابات مستقلة يقوم بها الإحصائيون لحساب مدى موثوقية الخط المشير للميل. تُعرَف تلك باختبارات الدلالة الإحصائية. ويستخدمون فيها سعة التبعثر حول الخط. مما يعني أن هذا ميل حقيقيّ بلا ريب تقريباً، لا تأثير صدفة عشوائية.

2 من رأيي كمترجم أنه من الأفضل كذلك المواجهة بقوة لإبادة الأفيال والأسود كافة أشكال الحياة التي يتهددها الإنسان، ولا أشك أن مؤلفنا الجليل يتفق معي تماماً.

3 البحر الأدرياتيكي أو بحر البَنَادِقِيّين أو بحر البَنَادِقَة، بالإيطالية Mare Adriatico :، بالكرواتية Jadransko more أو Jadran هو أحد فروع البحر المتوسط الذي يفصل شبه الجزيرة الإيطالية عن شبه جزيرة البلقان وسلسة جبال الأبينيني عن سلسلة جبال الألب الدينارية .من الغرب والشمال تحده إيطاليا ومن الجهة الشرقية تطل عليه من الشمال للجنوب سلوفينيا وكرواتيا والبوسنة والهرسك وصربيا ومونتنيغرو وألبانيا .سمي بذلك نسبة إلى مدينة أدريا أو هدريا الواقعة شماله في الأراضي الإيطالية. شاطئ البحر الغربي منخفض في أغلب أماكنه، ويحوي في جزئه الشمالي الغربي العديد من المستنقعات والبحيرات الضحلة والواقعة على كلتي ضفتي دلتا نهر بو .أدت ترسبات نهر بو على مر السنين إلى زحف الشاطئ لأميال عدة إلى داخل البحر وبسبب هذا لم تعد مدينة أدريا (سبب التسمية) واقعة على شاطئ البحر الأدرياتيكي.

سحالي جزيرة Pod Mrcaru

هناك جزيرتان على حدد الساحل الكرواتيّ تُدعيان Pod Kopiste و Pod Mrcaru. في عام ١٩٧١ جيء بمجموعة سكانية من نوع سحالي تعيش بمنطقة دل البحر المتوسط_اسمها العلميّ *Podarcis sicula*_والتي تأكل بشكل رئيسي الحشرات، إلى جزيرة بود كوبيست، لكن لم يكن هناك أيٌ منها على بود مركارو. في نفس تلك السنة، نقل قائمون بتجربةٍ خمسة أزواج لـ *Podarcis sicula* من بود كوبيست وأطلقوها على بود مركارو. ثم في عام ٢٠٠٨م زارت مجموعة أخرى من العلماء معظمهم بلجيكيون بشكل رئيسي_بصحبة العالِم Anthony Herrel_الجزيرتين ليروا ما قد حدث. لقد وجدوا مجموعة سكانية من السحالي تعيش مزدهرة على بود مركارو، والتي أكّد تحليل الحمض النوويّ DNA أنها *Podarcis sicula* بالفعل. لقد افتُرِض أنها انحدرت من خمسة الأزواج الأصلية التي قد نُقِلَت. قام هيريل زملاؤه بملاحظات على سليلي السحالي المنقولة، وقارنوها مع السحالي التي تعيش على الجزيرة السلفية الأصلية. وقد كان هناك اختلافات ملاحَظة. لقد قام العلماء بالافتراض المبرَّر على الأرجح أن السحالي على الجزيرة السلفية بود كوبيست هي نماذج غير متغيرة للسحالي السلفية التي كانت منذ ٣٦ سنة مضت. بعبارة أخرى: فقد افترضوا أنهم كانوا يقارنون السحالي المتطورة لجزيرة بود مركارو مع "أسلافها" غير المتطورة [*بمعنى معاصريها لكن ذوي النمط السلفيّ_م*] على جزيرة بود كوبيست. حتى لو كان هذا الافتراض خاطئاً، حتى لو_مثلاً_كانت السحالي على بود كوبيست قد طُوِّرَت بنفس سرعة السحالي على بود مركارو، فنحن نظل ملاحظين اختلافاً تطورياً في الطبيعة، خلال مقياس زمني من عقودٍ [*عشرات السنوات_م*]، وهو نوع المقياس الزمني الذي يمكن للبشر أن يلاحظوه خلال عمر واحد.

وماذا كانت الاختلافات بين المجموعتين السكانيتين للجزيرتين، الاختلافات التي استغرقت مجرد ٣٧ سنة أو نحو ذلك لتتطور[1]؟ حسناً، إن سحالي بود مركارو (المجموعة المتطورة) لها رؤوس أكبر على نحو ذي دلالة من مجموعة بود كوبيست السكانية "الأصلية": رؤوس أطول وأعرض وأعلى. هذا يُترجَم إلى قوة عض أكبر على نحوٍ واضح. إن تغيراً من هذا النوع يترافق نموذجياً مع تغير نحو نظام غذائي أكثر نباتيةً. وإن سحالي بود مركارو_على نحو مؤكد بشكلٍ كافٍ_تأكل مواداً نباتية أكثر على نحو ذي دلالة من النمط "السلفيّ" على جزيرة بود مركارو. لقد تحولت السحالي على بود مركارو من نظام غذائي مقتصر تقريباً على الحشرات (أو المفصليات بتعبير الشكل البياني اللاحق)_ما زالت تتسم به المجموعة السكانية المعاصرة على بود كوبيست_إلى نظام غذائي نباتيّ على نحو واسع، خاصةً في الصيف.

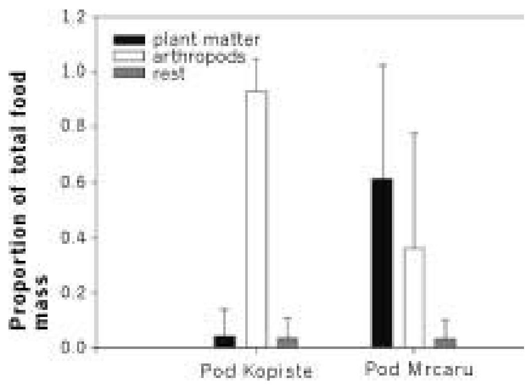
لماذا سيحتاج حيوانٌ قضماً أقوى عند التحول إلى نظام غذائي نباتي؟ بسبب أن الخلايا النباتية وليس الحيوانية مُصلَّبة بالسليلوز. إن الثدييات العاشبة كالأحصنة والماشية والفيلة لديها أسنان ضخمة شبيهة بحجر الرحى لطحن السليلوز، تختلف تماماً عن الأسنان القاصة للواحم والأسنان الضامرة لآكلات الحشرات، ولديهم عضلات فكية ضخمة، وبالتوافق مع ذلك جماجم قوية لأجل الروابط العضلية (تفكر في العرف المتين العظمي المتوسط على طول جمجمة الجوريلا[2]).

---

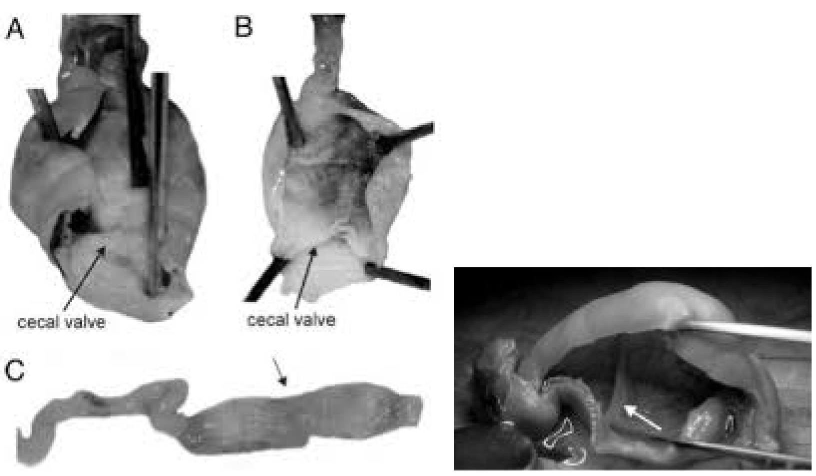
[1] ترتفع إلى ضعف طول المدة، إن كانت سحالي بود كوبيست قد طُوِّرت بنفس المعدل منذ السلف المشترك الذي كان منذ ٣٧ سنة ماضية.

[2] نجد نفس هذه السمات المشابهة للجوريلا (الغوريلا) في جمجمة وأسنان قريبنا البشراني Paranthropus boisei (الإنسان كاسر البندق) كما يعرف، ويلقب أيضاً بالزنجي Zinji، والتي تشير إلى أنه كان نباتياً بشكل مؤكد تقريبا، (وهذا تطور متقارب مع الغوريلا وليس لأنهم منحدرون منها مثلاً_م)

وللنباتيات أيضاً سمات مميزة للأمعاء. فالحيوانات عامة لا تقدر أن تهضم السليلوز دون معونة البكتيريا أو كائنات مجهرية، الكثير من الفقاريات تضع في أحد جانبي الأمعاء ممراً مفتحاً من ناحية واحدة مغلقاً من الأخرى في المعدة يعرف بالمصران الأعور، والذي يؤوي مثل هذه البكتيريا ويعمل كحجرة تخمر (إن زائدتنا الدودية هي تركيب أثريّ للمصران الأعور الأكبر الذي كان لدى أسلافنا الأكثر نباتية). إن المصران الأعور أجزاء أخرى من المعى يمكن أن تصبح متقنة تماماً في المعتشبات المتخصصة. لدى آكلات اللحم عادةً أمعاء أبسط من المعتشبات وأصغر أيضاً. بين التعقيدات التي صارت مُدخَلة ضمن أمعاء المعتشبات أشياء تُعرَف بالصمامات المصرانية. إن الصمامات المصرانية هي حواجز غير مكتملة_أحياناً عضلية_يمكن أن تُستخدَم لتنظيم أو إبطاء تدفق المواد خلال المعدة، أو ببساطة زيادة المساحة السطحية لباطن المصران الأعور. تُظهِر الصورة أدناه المصران مشقوقاً من نوع قريب من السحالي يأكل الكثير من المواد النباتية، والصمام مشار إليه بسهم. الآن فإن الشيء الفاتن هو أن رغم أن الصمامات المصرانية لا توجد بشكل طبيعي في *Podarcis sicula* وهي نادرة في الأسرة (الفصيلة) التي تنتمي إليها، فقد بدأت هذه الصمامات في الحقيقة في التطور في المجموعة السكانية لـ *Podarcis sicula* على جزيرة بود مركارو، المجموعة السكانية التي تتطور منذ السبعة وثلاثين عاماً فحسب باتجاه الاعتشاب. لقد اكتشف المحققون تغيرات تطورية أخرى في سحالي بود مركارو. إن الكثافة السكانية قد ازدادت، وقد توقفت السحالي عن الدفاع عن مناطق نفوذ على غرار الأسلوب الذي قامت به المجموعة السكانية "السلفية" على جزيرة بود كوبيست. ينبغي أن أكرر أن الشيء الوحيد الاستثنائي حقاً في كل هذه القصة، وسبب إخباري بها هنا، أنها قد حدثت كلها هكذا بسرعة للغاية، في مجرد مسألة عقود من السنوات: تطور أمام أعيننا تماماً.



النظام الغذائي لنوعي السحالي على الجزيرتين



صمام مصراني

٤٥ ألف جيل من التطور في المعمل

إن متوسط دورة الأجيال لهذه السحالي هو حوالي سنتين، لذا فإن التغير التطوري الملاحَظ على جزيرة بود مركارو يمثّل حوالي ١٨ أو ١٩ جيلاً فحسب. فكر فقط فيما قد تراه في ثلاثة أو أربعة عقود لو تابعتَ تطور البكتيريا، التي تُقاس أجيالها بالساعات أو حتى الثواني، بدلاً من سنوات! إن البكتيريا تقدم هدية أخرى لا تقدر بثمن لعالِم التطور. ففي بعض الحالات يمكنك تجميدها لوقت غير محدود الطول وتعيدها إلى الحياة مرة ثانية_ وعندئذٍ تستأنف التكاثر كما لو أن شيئاً لم يحدث. هذا يعني أن القائمين بالتجربة يمكنهم وضع "سجلهم الأحفوري الحي" الخاص بهم، كلقطة فوتوغرافية لنقطة معينة من العملية التطورية كانت قد وصلت لها في أي زمن ماضٍ مُراد. تخيل لو كان بإمكاننا إعادة القرد البشراني الأوسترالوبثيكوس [*أي القرد الجنوبيّ_م*] الشهير شعبياً بلقب (لوسي) إلى الحياة _تلك المتحجرة قبل البشرية الرائعة المكتشفة على يد Don Johanson _من تجميد شديد وجعل نوعها يتطور من جديد! كل هذا قد تم تحقيقه مع بكتيريا *Escherichia coli* في تجربة طويلة الزمن على نحو مدهش من قِبَل عالم البكتيريا Richard Lenski وزملاؤه في جامعة ولاية ميتشيجان Michigan State University. إن الأبحاث العلمية في الوقت الحاضر عادةً جهد فريق. في التالي قد أستخدم اسم (لينسكي) كاختصار، لكن ينبغي أن تقرأها كـ (لينسكي والزملاء والتلاميذ في معمله). كما سنرى، فإن تجارب لينسكي مضايقة للخلقيين، ولسبب جيد جداً. إنها برهان جميل على التطور عاملاً، وهو شيء صعب إهماله بالسخرية حتى لو كان حافزك لفعل هذا قوياً للغاية. وحقاً فإن حافز أنصار مذهب الخلق قوي جداً. سأعود إلى هذه النقطة عند نهاية هذا القسم.

إن إي كولاي *E. coli* هي بكتيريا شائعة، شائعة جداً. إن هناك حوالي مئة مليار مليار منها حول العالم في أي زمن، يوجد منها حوالي مليار في أمعائك الغليظة في هذه اللحظة بعينها، حسب حسابات لينسكي. معظمها غير ضار بل حتى مفيدة، لكن السلالات الكريهة أحياناً تتصدر عناوين الأخبار. إن مثل هذا التجدد التطوري الدوري ليس مفاجئاً لو قمت بحسابات احتماله، حتى لو كانت الطفرات أحداثاً نادرة. فلو افترضنا أن احتمالية تطفر جين خلال أي فعل تكاثر بكتيري هي قليلة كواحد في المليار، فإن أعداد البكتيريا هائلة جداً لدرجة أن كل جين تقريباً في الجينوم (أي الحوض الجيني) سوف يُطفَّر [*نسخٌ منه _م*] في مكان ما في العالم يومياً. أو حسب تعبير ريتشارد لينسكي: "تلك الكثير من الفرص للتطور".

لقد استثمر لينسكي وزملاؤه تلك الفرصة_على نحو تحكمي_في المعمل. إن عملهم متقن حريص للغاية في كل التفاصيل. إن هذه التفاصيل تساهم في وقع تأثير أدلة التطور التي تقدمها هذه التجارب، ولذا لن أبخل في شرحها. هذا يعني أن الصفحات القليلة القادمة من هذا الفصل هي بصورة حتمية معقدة إلى حد ما_ليس صعبة_فقط تفصيلية على نحو معقد. سيكون من الأفضل على الأرجح ألا تقرأ هذا القسم من هذا الفصل عندما تكون متعباً بعد نهاية يوم طويل. إن ما يجعلها أسهل في متابعتها هو أن كل تفصيلة لها معنى منطقي: لا واحد من التفاصيل يتركنا نحك رؤوسنا متسائلين ما مغزى كل هذا. لذا، أرجو منك أن تسير معي خطوة بخطوة خلال هذه المجموعة من التجارب المنظمة بروعة والمنفذة بإتقان.

إن هذه البكتيريا تتكاثر لا جنسياً من خلال الانقسام الخلوي البسيط، لذا يسهل تكثير مجموعة سكانية ضخمة من الأفراد المتطابقة جينياً في وقت قصير بالتكاثر. في عام ١٩٨٨م، أخذ لينسكي إحدى هذه المجموعات السكانية ولوَّثَ بها ١٢ قارورة متطابقة، كل منها يحتوي نفس المَرَق المغذي، متضمناً الجلوكوز كمصدر الطاقة الحيوي. ثم وُضِعَت الاثنا عشر قارورة_كل واحدة مع مجموعتها السكانية المؤسِّسة من البكتيريا_في "حضّانة هزّازة" حيث يُبقى عليها في حالة جيدة ودافئة، وتُرَج لإبقاء البكتيريا متوزعة جيداً خلال السائل. أنشأت هذه القوارير الاثنتا عشر اثني عشر خطاً تطورياً، والتي قُرِّر لها أن تبقى معزولة أحدها عن الآخر لعقدين من الزمان عداً.

إن الاثنتي عشرة مجموعة من البكتيريا لم تُحفَظ في نفس الاثني عشر دورقاً لكل هذا الوقت. على النقيض، فكل مجموعة أُعطِيَ لها دورق جديد يومياً، فلكل واحد من الاثنتي عشرة مجموعة كان يؤتى بدورق جديد بكر يُلوَّث بالسائل من دورق اليوم الماضي. تخيل اثني عشر صفاً من الدوارق تمتد على مسافة لكل خط أكثر من سبعة آلاف دورق طولاً. فكان يتم سحب عينة صغيرة_١٪ من حجم محتوى الدورق الأقدم بالضبط_وتُدفَع في الدورق الجديد، والذي يحتوي على إمداد جديد من المرق الغنيّ بالجلوكوز. من ثم تبدأ المجموعة السكانية للبكتيريا في الدورق في التزايد الصاروخي،لكنه يُوقَف دائماً في اليوم التالي حيث يُستنفد إمداد الغذاء وتحل المجاعة. بعبارة أخرى فإن المجموعة السكانية في كل دورق تضاعِف أعداها على نحو ضخم، ثم تصل إلى ذروة (أو نقطة) استقرار، عند هذه النقطة تُسحَب عينة تلويث جديدة وتدور العجلة من جديد في اليوم التالي. من ثم مضت هذه البكتيريا خلال نفس العجلة اليومية المتكررة_لآلاف المرات خلال سرعتهم العالية المكافئة للزمن الجيولوجي في كل الحفريات الأبطأ بكثير_من التوسع التكاثريّ سعيد الحظ ثم تتلوها المجاعة، والتي ينفد منها نسبة واحد على مئة محظوظة وتُحمَل إلى سفينة نوح زجاجية، إلى مصدر جديد ثمين للجلوكوز، لكنه مؤقت مجدداً: أيْ ظروف مثالية تماماً لحدوث التطور. وما هو أكثر من ذلك أن التجربة كان يُقام بها في اثني عشر خطاً منفصلاً على التوازي.

لقد استمر لينسكي وفريقه في هذه الوتيرة (الروتين) اليومي لأكثر من عشرين سنة أو نحو ذلك. هذا يعني حوالي سبعة آلاف جيلٍ دورقيّ، و٤٥ ألف جيل بكتيري، بمعدل بين ٦ و٧ أجيال في اليوم. لتقريب هذا من التصور، تخيل لو عدنا ٤٥ ألف جيل بشري، هذا سيكون حوالي مئة مليون سنة، عودةً إلى زمن الهوموإريكتوس *Homo erectus* [*البشريّ منتصب القامة_م*]، والذي ليس منذ زمن بعيد جداً. من ثم، فأياً ما كان التغير التطوري الذي قد يقيس لينسكي وقته كمكافئ لمليون سنة من الأجيال البكتيرية، فكر بالمقارنة كم أن تطوراً أكثر قد يحدث، لنقل مثلاً في مئة مليون سنة من تطور الثدييات. وحتى المئة مليون سنة حديثة نسبياً، بالمقاييس الجيولوجية.

وبالإضافة إلى التجربة التطورية الرئيسية، استخدم فريق لينسكي البكتيريا في تجارب توضيحية ثانوية. على سبيل المثال استُبدِلَ الجلوكوز بسكر آخر هو المالتوز maltose، بعد ٢٠ ألف جيل. إلا أني سأركز على التجربة الأساسية، والتي استخدمت الجلوكوز طوال القيام بها. لقد أخذوا عينات من الاثنتي عشرة مجموعة على فترات منفصلة طوال العشرين سنة، لرؤية كيف كان التطور يتقدم. ثم جمدوا تلك العينات من كل مجموعة كمصدر للـ"أحافير" الممكن ابتعاثها للحياة مجدداً ممثِّلةً نقاطاً إستراتيجية على طول المسار التطوري. لا نكون مبالغين مهما قلنا عن مدى وضوح هذه التجارب على نحو متألق.

هاكم مثالاً على التخطيط المسبق الممتاز. فأنت تتذكر جيداً أني قد قلت أن الاثنتي عشرة قارورة المنشِئة كلها استُخرِجَت من نفس المستعمرة، ولذا فكلها شرعت متطابقة جينياً. لكن هذا لم يكن صحيحاً على وجه الدقة، لسبب رائع ومثير للاهتمام. فقد استخدم معمل لينسكي في وقت أبكر جيناً يُعرَف بـ*ara* والذي له شكلان (أليلان): +Ara و− Ara . إنك لا يمكنك معرفة الفارق حتى تأخذ عينة من البكتيريا وتزرعها في طبق على أغرة agar وهي مادة هلامية من الطحالب محتوية على مرق مغذٍ بالإضافة إلى سكر الأرابينوز وصبغ كيميائي يُعرَف بالتترازوليوم tetrazolium. إن الزراعة في طبق خارجي أحد الأشياء التي يقوم بها علماء البكتيريا. إنه يعني وضع نقطة من سائل محتوٍ على البكتيريا على طبق مغطى بطبقة من هلام الأغرة ثم عمل حِضانة للطبق. فتنمو مستعمرات البكتيريا كدوائر متوسعة_مثل خواتم مُنَمنَمة_من النقط المزروعة، متغذيةً على المغذيات المخلوطة في الأغرة. فإن كان المزيج يحتوي على سكر الأرابينوز والصبغ الدال، ينكشف الفرق بين +Ara و− Ara ، كما لو كان كتسخين الحبر السري: فهي تَظهر بوضوح كمستعمرات بيضاء وحمراء، على التوالي. فقد وجد فريق لينسكي أن هذا التمييز اللونيّ مفيد لأغراض التمييز_كما سنرى_وقد توقعوا هذه الاستفادة بجعل ستة من هذه الاثنتي عشرة مجموعة كـ +Ara والستة الأخرى كـ− Ara . وكمثال على كيفية استثمارهم للترميز اللوني للبكتيريا، فقد استعملوها كتمحيص لإجراآت معملهم. فعند ممارستهم لطقوسهم اليومية في تلويث دوارق جديدة راعوا التعامل مع دوارق +Ara و − Ara بالتعاقب. بهذه الطريقة، إذا قاموا على الإطلاق بخطأ ما_كرش ماصة نقل بسائل آخر أو شيء كهذا_فسيتضح هذا عندما يُخضِعون العينات لاحقاً لاختبار الأحمر والأبيض. أليس مبدِعاً؟ نعم، ودقيق. فالعلماء الجيدون حقاً يحتاجون أن يكونوا كليهما.

لكن للنسَ لحظةً شأن الـ +Ara و− Ara . ففي كل النواحي الأخرى، قد انطلقت المجموعات السكانية المؤسِّسة للاثنتي عشرة مجموعة متطابقةً. فلا فروق أخرى بين +Araو− Ara قد استُثْبِنَتْ، من ثم فيمكن معاملتها حقاً كواسمات لونية ملائمة، كما يضع علماء الطيور حلقات ملونة على أرجل الطيور.

حسناً، إذن لدينا الاثنتي عشيرة الخاصة ببحثنا، ماضيةً في مساراتها المُسرَّعة إلى درجة عالية والمكافئة للزمن الجيولوجيّ، بادئين من بداية واحدة، تحت نفس الظروف من الرخاء والإفلاس المتكررين. لقد كان السؤال المثير للاهتمام هو هل ستظل كأسلافها تماماً؟ أم ستتطور؟ ولو تطورت، فهل ستتطور كل الاثنتي عشرة عشيرة بنفس الطريقة، أم سيختلف أحدها عن الآخر؟

لقد كان المرق_كما قد قلت_يحتوي على الجلوكوز. لكنه لم يكن الغذاء الوحيد هناك، إلا أنه كان المصدر المحدود. هذا يعني أن نفاد الجلوكوز كان العامل الأساسي الذي يجعل حجم المجموعة السكانية_في كل دورق يومياً_يتوقف عن التصاعد ويصل إلى نقطة (ذروة) ثبات. أي بعبارة أخرى: لو كان القائمون بالتجربة قد وضعوا جلوكوزاً أكثر في الدوارق اليومية، لكانت ذروات الثبات للمجموعات السكانية عند نهاية اليوم أعلى. أو لو أضافوا كمية ثانية من الجلوكوز بعد الوصول إلى الذروة، لشهدوا تدفقاً ثانياً لنمو المجموعة السكانية، وصولاً إلى ذروة جديدة.

في هذه الظروف، كان التوقع التطوري هو أنَّ لو نشأت أي طفرة تساعد فرد بكتيريا [bacterium] على استغلال الجلوكوز على نحو أكثر كفاءة، فسيؤيده الانتخاب الطبيعي، وسينتشر خلال الدورق كأفراد مطفرين متكاثرين أكثر من الأفراد غير المطفرة. من ثم سيُلوِّث نوعها_على نحو غير متوازن_الدورق التالي في السلالة، وبينما يخلف الدورقُ الآخرَ، قريباً جداً ستحتكر الطفرة كل العشيرة. حسناً،

فهذا بالضبط ما قد حدث في كل الاثنتي عشرة عشيرة. فبينما مضت الأجيال المدورقة، تحسنت كل خطوط التحدر الاثني عشر عن أسلافها: صارت أفضل في استغلال الجلوكوز كمصدر غذائي، لكنهم_على نحو فائق_أصبحوا أفضل بطرق مختلفة. بمعنى أن العشائر المختلفة طورت مجموعات مختلفة من الطفرات.

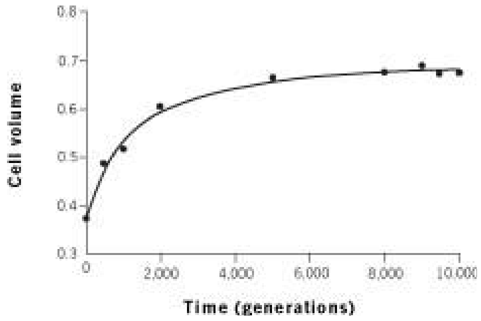
كيف يعلم العلماء هذا؟ يمكنهم المعرفة بأخذ عينات للسلالات كما قد تطورت، ومقارنة (مواءمة) أو صلاحية كل عينة مقابل "حفريات" مأخوذة عيناتها من المجموعة السكانية الأصلية المنشِئة. تذكر أن "الحفريات" أو الأسلاف هنا هي عينات مجمدة للبكتيريا، والتي عندما يفك عنها التجميد، تستأنف الحياة والتكاثر بشكل طبيعي. وأما عن كيفية قيام لينسكي وزملائه بمقارنة الصلاحية هذه؟ كيفية مقارنتهم البكتيريا "المعاصرة" مع أسلافها "الأحفورية"؟ فببراعة عظيمة. لقد أخذوا عينة من المجموعة السكانية المتطورة حسب المزعوم ووضعوها في دورق بكر جديد، ووضعوا عينة بنفس الحجم من المجموعة السلفية المنزوع عنها التجميد في نفس الدورق. لا حاجة للقول هنا أن هذه الدوارق المزوجة تجريبياً منذ ذلك الحين قد أزيلت تماماً من الاتصال مع السلالات المتواصلة للاثنتي عشرة عشيرة في التجربة التطورية طويلة الأمد.

بالتالي، فلدينا دورق تجريبي جديد يحتوي على سلالتين متنافسين، إحداهما معاصرة والأخرى "حفرية حية"، ونريد أن نعلم أي من السلالتين سيتغلب على الآخر في الإعمار بالأفراد. ولكنهما مُزجا كلاهما، فكيف سنعرف؟ لقد قلت لك أنها كانت إبداعاً. فأنت تتذكر الترميز اللوني، مع الحمر -Ara والبيض +Ara؟ الآن، إن أردتَ مقارنة صلاحية العشيرة ٥_مثلاً_مع المجموعة السكانية السلفية "الأحفورية"، ماذا ستفعل؟ لنقل مثلاً فرضاً أن العشيرة كانت +Ara، حسناً إذن، بالتالي ستعمل على التأكد أن "الأحافير" السلفية التي ستقارِن بها من -Ara. وبالمثل لو حدث أن العشيرة ٦ كانت من -Ara، فإن "الحفريات" التي ستختارها لفك التجميد وخلطها بها ستكون كلها +Ara. إن جيني الـ +Ara و– Ara نفسيهما ليس لهما تأثير على المواءمة، كما علِمَ فريق لينسكي من قبل من عملٍ بحثيّ سابق. لذا، يمكنهم استعمال الواسمات اللونية لفحص القدرات التنافسية لكل من العشائر المتضمنة، مستخدمين الأسلاف "المتحجرين" كمعيار تنافسي في كل حالة. كل ما كان عليهم فعله ببساطة هو أخذ عينات في طبق من الدوارق المزوج بها ورؤية كم كية البكتيريا النامية على الأغرة (الهلام) من البيضاء والحمراء.

كما قد قلت، ففي كل الاثنتي عشرة عشيرة قد ازداد متوسط الملاءمة مع مرور آلاف الأجيال. كل الاثني عشر خطاً تحدرياً أصبحت أفضل في البقاء حية في هذه الظروف محدودة الجلوكوز. إن ازدياد المواءمة يمكن أن يُعزَى إلى تغيرات عديدة. لقد نمت المجموعات السكانية أسرع في الدوارق المتعاقبة، وازداد متوسط حجم جسم البكتيريا، في كل الاثني عشر خط تحدر. في الرسم البياني التالي يحدد متوسط حجم البكتيريا لأحد العشائر، والذي كان نموذجياً. إن بقع الحبر تمثل نقاط بيانات حقيقية. إن المنحنى المرسوم يمثل تقديراً تقريبياً. إنه يعطي أفضل ملاءمة للبيانات الملاحظة بالنسبة لهذا النوع من المنحنيات، والذي يُعرَف بالقطع الزائد hyperbola[1]. إنه

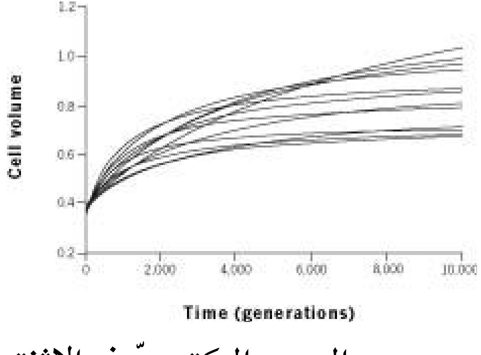
[1] لعلك تتذكر الخط المستقيم الأفضل تلاؤماً للبيانات عن انخفاض حجم أنياب الأفيال من عام ١٩٢٥ إلى ١٩٥٨؟ لقد شرحت هذه الوسيلة كمكافئ لتجريب كل الخطوط المستقيمة الممكنة والعثور على الذي يخفِّض إلى أدنى حد مجموع تربيعات مسافات النقاط من الخط على الرسم. لكن يمكنك فعل نفس الشيء دون تقييد نفسك بالخطوط المستقيمة. يمكنك النظر إلى كل المنحنيات الممكنة من نمط محدد على يد الرياضيين. إن القطع الزائد هو أحد هذه المنحنيات. في تلك الحالة، نحن ننظر إلى كل القطوع الزائدة الممكنة بدورها، ونقيس مسافة كل نقطة إلى الخط على الرسم، ثم نجمع مجموع المسافات المربعة لكل النقط. ونفعل هذا لكل القطوع الزائدة، ثم نختار القطع الزائد الذي يخفض ذلك المجموع. لقد قام لينسكي بنوع من الطريق المختصر المكافئ لهذه العملية المضنية للوصول إلى أفضل قطع زائد مواءمةً، والذي تراه مرسوماً.

يمكن دائماً أن دالة رياضية أكثر تعقيداً من القطع الزائد كانت ستعطينا مواءمة أكثر للبيانات، لكن هذا القطع الزائد جيد جداً، لذا بالكاد يبدو الأمر مستحقاً الاهتمامَ بالمحاولة. كثيراً ما يوائم علماء الأحياء المنحنيات الرياضية بالبيانات الملاحظة، إلا أنهم_بخلاف علماء الفيزياء_غير معتادين على رؤية مثل هذه المواءمة الرياضية المحكمة. فعادةً تكون بياناتنا غير مرتبة للغاية. ففي علم الأحياء_ على النقيض من العلوم الفيزيائية_نتوقع فحسب الحصول على منحنيات انسيابية عندما يكون لدينا كمية كبيرة جداً من البيانات مجموعة تحت ظروف محكومة على نحو مدقق.



تجربة لينسكي: حجم الجسم البكتيري في سلالة أحد العشائر

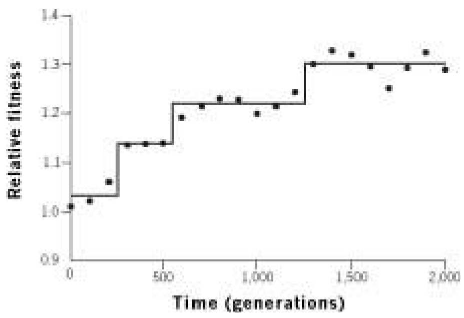
يمكنك أن ترى أن معظم الزيادة في حجم الجسد حدثت في أول ٢٠ ألف جيل أو نحو ذلك [بالنسبة لهذه العشيرة في الرسم البياني أعلاه]، فهل زادت كلها بنفس الطريقة، بنفس المسلك الوراثي؟ الإجابة هي لا، لم تفعل، وتلك نتيجة ثانية مهمة. إن الرسم البياني أعلاه هو لأحد العشائر الاثنتي عشرة. الآن انظر إلى أفضل الملاءمات القطع زائدية المكافئة لكل الاثنتي عشرة عشيرة. (الرسم البياني أدناه). انظر كيف تمتد المنحنيات باتجاه الخارج. يبدو أنها كلها تقترب من نقطة استقرار (ذروة)، لكن أعلى الاثنتي عشرة ذروة هو تقريباً ضعف أدناها في الارتفاع. وللمنحنيات أشكال مختلفة: فالمنحنى الذي يصل لأعلى قيمة بحلول الجيل ١٠ آلاف بدأ بالنمو في أوله أكثر بطأً من بعض الأخرى، ثم تفوق عليهم قبل الجيل ٧ آلاف. لا تختلط عليك هذه الذروات_بالمناسبة_مع الذروات اليومية لحجم المجموعة السكانية داخل كل دورق يومي. فنحن الآن ننظر إلى منحنيات في الزمن التطوري، مقاساً في أجيال الدوارق، لا الوقت البكتيري الفردي المقاس خلال ساعات داخل دورق واحد يومي.



تجربة لينسكي: حجم الجسم البكتيريّ في الاثنتي عشرة عشير

إن ما يقترحه هذا التغير التطوري هون أن الصيرورة أكبر_لسبب ما_فكرة جيدة عندما تكافح لأجل البقاء حياً في بيئة يتناوب فيها الغنى بالجلوكوز والعوز له. أنا لن أتفكر في سبب كون زيادة حجم الجسم قد تكون أفضلية_فهناك الكثير من الاحتمالات_لكن يبدو كما لو كان الأمر يجب أن يكون هكذا، لأن كل الاثنتي عشرة عشيرة فعلت هذا. لكن هناك الكثير من الطرق المختلفة لتصير أكبر_أيْ مجموعات مختلفة من الطفرات_ ويبدو كما لو كانت الطرق المختلفة قد "اكتُشِفَت" من قِبَل السلالات التطورية المختلفة في هذه

التجربة. هذا مثير للاهتمام جداً. لكن لعل ما هو أكثر إثارة للاهتمام هو أن أحياناً يبدو أن زوجاً من العشائر قد "اكتَشَفا" على نحو مستقل نفس الطريقة للصيرورة أكبر. لقد تحرى لينسكي ومجموعة مختلفة من الزملاء هذه الظاهرة بأخذ عشيرتين_تعرفان بـ Ara+1 and Ara−1، واللتان بدتا_خلال ٢٠ ألف جيل_قد اتبعتا نفس المسار التطوري المحدد بقوى ضغط معينة، والنظر إلى حمضيهم النوويين DNA. النتيجة المدهشة التي وجدوها أن ٥٩ جيناً قد تغيرت مستوياتها التعبيرية في كلا العشيرتين، وكل الـ٥٩ جيناً تغيرت في نفس الاتجاه. إن لم يكن هذا بسبب الانتخاب الاصطناعي[1]، فإن مثل هذا التوازي المستقل في ٥٩ جيناً على نحو مستقل، سيكون اعتقاداً يفوق التصور تماماً. إن الاحتمالات ضد حدوث هذا بالصدفة كبيرة على نحو مثير للذهول. إن هذا بالضبط هو نوع الأشياء التي يقول أنصار مذهب الخلق أنها لا يمكن أن تحدث، لأنهم يعتقدون أنه مستحيل للغاية أن تحدث بالصدفة. إلا أنها قد حدثت حقاً. والتفسير_بالتأكيد_هو أنها لم تحدث بالصدفة، بل بسبب انتخاب اصطناعي تدريجي تراكمي خطوة بخطوة أيَّدَ نفس_حرفياً نفس_التغيرات المفيدة في كلا السلالتين على نحو مستقل.



تجربة لينسكي: الازدياد في المواءمة

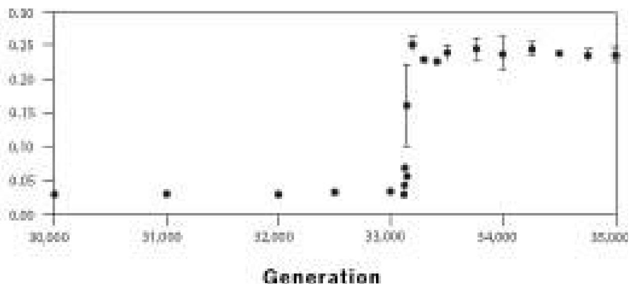
إن المنحنى الانسيابي في الرسم البياني (الأسبق) لزيادة حجم الخلايا مع مرور الأجيال يقدم دعماً لفكرة أن التحسن تدريجي. لكن لعله تدريجي أكثر من اللازم؟ ألن تتوقع أن ترى خطوات حقيقية، بينما المجموعات السكانية "تنتظر" حدوث الطفرة المُحسِّنة التالية؟ ليس بالضرورة، فهذا يعتمد على عوامل كعدد الطفرات المتضمنة، ومقدار تأثير كل طفرة، والتنوع في حجم الخلايا المتسبِّب به تأثيراتٌ أخرى غير الجنات، وكيفية أخذ عينات البكتيريا في أغلب الأحيان. و_على نحو مثير للاهتمام_لو نظرنا إلى الرسم البياني لازدياد المواءمة_كمقابل لحجم الخلية_ ترى بالفعل ما يمكن أن يُفسَّر على الأقل كصورة أكثر وضوحاً في التدرج (الرسم البياني أعلاه). لعلك تتذكر، عندما قدمت القطع الزائد، قلت أنه من الممكن إيجاد دالة رياضية أكثر تعقيداً تلائم البيانات على نحو أفضل. يسمي علماء الرياضيات هذا (طرازاً). يمكنك أن توائم طرازاً قطع زائدياً إلى هذه النقط، كما في الرسم البياني الأسبق، لكنك ستحصل على ملاءمة أفضل بكثير مع استعمال (طراز تدرجيّ) [بالنسبة لهذا البيان_م] كالمستعمل في هذه الصورة. إنه ليس بنفس درجة الملاءمة اللصيقة لرسم حجم الخلايا البياني مع القطع الزائد. وفي كلا الحالتين لا يمكنك البرهنة أن البيانات قد تلائم الطراز تماماً، ولا يمكن القيام بهذا أبداً. لكن البيانات على الأقل متناغمة مع فكرة أن التغير التطوري الذي نلاحظه يمثل التراكم التدرجي للطفرات[2].

[1] في الأصل الإنجليزي للمؤلف وقع "الانتخاب الطبيعي" وآثرت كمترجم تعديلها وفي الجملة التي وردت بها بعدها كذلك_م

[2] إن نموذجاً تدرجياً للتطور هو المتوقع في كائنات كالبكتيريا، والتي (أغلب الوقت) لا تتكاثر جنسياً. أما في حيوانات مثلنا_والتي تتكاثر جنسياً فقط_فإن التغير التطوري لا "يَعْلَق في مكانه" عادةً بينما "ينتظر" ظهور الطفرات الأساسية (هذا خطأ شائع يقوم به معارضو التطور مع بعض الميول للغش). بدلاً من ذلك، فإن المجموعات السكانية المتكاثرة جنسياً عادةً لديها إمداد جاهز للتنوع الوراثي ليُصطفَى منه. رغم أن التنوع قد وُلِّدَ في الأصل بطفرات سابقة، فإن عدداً كبيراً من التباينات الوراثية تكون عادةً حاضرة في الحوض الجيني [المَجين: مجمل جينات كل أفراد النوع_م] في أي زمن، مُدخَلة بفعل الطفرات منذ فترة ماضية ومخلوطة الآن عن طريق إعادات الاتحاد الكروموسومي الجنسية. يعمل الانتخاب الطبيعي عادةً على تغيير التوازن في التباين الموجود، عوضاً عن "انتظار" ظهور طفرات أساسية فحسب. أما في البكتيريا الغير متكاثرة جنسياً فإن فكرة الحوض الجيني نفسها لا تنطبق بشكل صحيح. هذا سبب تمنينا بصورة واقعية لرؤية خطوات منفصلة [في حالة البكتيريا_م]، بينما لا يمكننا ذلك في المجموعات السكانية للطيور أو الثدييات أو الأسماك.

لقد رأينا حتى الآن برهاناً جميلاً على التطور وهو يعمل: أي تطور أمام أعيننا تماماً، موثَّقاً بمقارنة اثنتي عشرة سلالة مستقلة، وأيضاً بمقارنة كل سلالة مع "حفريات حية"، والتي هي حرفياً_بدلاً من كونه على نحو مجازي_تأتي من الماضي.

الآن نحن مستعدون للتقدم نحو نتيجة أكثر إثارة للاهتمام. فحتى الآن كنت قد أشرتُ أن كل الاثنتي عشرة عشيرة قد طورت ملاءمتها المحسَّنة بنفس نوع الأسلوب العام، مختلفة فقط في التفاصيل. بعضها كان أسرع بقليل، والبعض الآخر أبطأ بقليل من الأخرى. رغم ذلك، فإن التجربة طويلة المدة قد لفتت الانتباه إلى استثناء درامي. فبُعَيدَ قليل من الجيل ٣٣ ألفاً حدث شيء جدير بالملاحظة تماماً. إن أحد الاثنتي عشر_ يُدعى Ara–3_صار مسعوراً فجأة. انظر إلى الرسم البياني التالي. إن المحور الرأسيّ (المُعلَّم بالحرفين OD) والذي يمثل الكثافة البصرية أو (التغيم)، وهو مقياس لحجم المجموعة السكانية في الدورق. إن السائل يصبح غائماً بسبب الرقم المطلق للبكتيريا: يمكن أن تُقاس كثافة الغيمة كرقم، وذلك الرقم هو مؤشرنا للكثافة السكانية. يمكنك أن ترى أن حتى حوالي الجيل ٣٣ ألفاً، كان معدل الكثافة السكانية للعشيرة Ara–3 يتزايد على مقياس الخط الرأسي OD بمعدل ٠,٠٤، والذي لم يكن مختلفاً جداً عن كل العشائر الأخرى. ثم بعد الجيل ٣٣١٠٠، فإن إحراز الـOD الخاص بالعشيرة Ara–3 (وتلك العشيرة وحدها من بين كل الاثنتي عشرة)مضى في قفز رأسي. لقد تزايدت ستة أضعاف، إلى قيمة OD بمعدل حوالي ٠,٢٥. لقد حلَّقَتْ أعداد المجموعات السكانية للدوارق المتعاقبة لهذه العشيرة. بعد أيام قلائل فقط حاز مقدار الذروة النموذجي الذي استقرت عليه دوارق تلك العشيرة على رقم OD حوالي ستة أضعاف أكثر مما قد كان عليه، ومما كانت ما زالت العشائر الأخرى تُبديه. ثم وُصِل إلى نفس هذه الذروة العليا في كل الأجيال اللاحقة في هذه العشيرة دون غيرها. لقد كان الأمر كما لو كانت جرعة أكبر من الجلوكوز قد أُدخِلَتْ إلى كل دورق خاص بـAra–3، لكن لم تُعطَ لأي عشيرة أخرى. إلا أن هذا لم يحدث حقيقةً. فإن نفس حصة الجلوكوز قد أُعطِيَتْ بدقة لكل الدوارق بالتساوي.



تجربة لينسكي: الكثافة السكانية للعشيرة Ara–3

ما الذي كان يحدث؟ ما الذي حدث فجأة للعشيرة Ara–3؟ لقد تحرى لينسكي وزميلان له أكثرَ، واكتشفوا ذلك. لقد كانت قصة فاتنة. لعلك تتذكر أني قد قلت أن الجلوكوز كان المصدر المحدود، وأي طفرة صدفوية "تكتشف" كيفية التعامل بكفاءة أكثر مع الجلوكوز سيكون لها أفضلية. إن هذا ما قد حدث فعلاً في تطور كل الاثنتي عشرة عشيرة. لكني قد قلت لك أيضاً أن الجلوكوز لم يكن المادة المغذية الوحيدة في المرق. فقد كان هناك أخرى هي السيترات (أملاح حامض السيتريك) [ذات العلاقة بالمادة التي تجعل الليمون حامض الطعم]. لقد احتوى المرق على وفرة من السيترات، لكن إي كولاي لا يمكنها بشكل طبيعي استعمالها، على الأقل ليس مع وجود الأكسجين في الماء، كما قد كان في دورق لينسكي. لكن إن أمكن فقط لطفرةٍ "اكتشاف" كيفية الاستفادة من السيترات، فسينفتح لها كنز. هذا ما قد حدث بالضبط مع Ara–3. فهذه العشيرة_وحدها دوناً عن غيرها_اكتسبت فجأةً القدرة على أكل السيترات تماماً

مثل الجلوكوز، عوضاً عن الجلوكوز فقط. لذا فقد تصاعدت كمية الغذاء المتاح في كل دورق متعاقب في السلالة. وكذلك الذروة التي استقرت عليها يومياً المجموعة السكانية في كل دورق متعاقب.

مكتشفين ما كان مميزاً بشأن عشيرة، مضى لينسكي وزملاؤه في التساؤل عن سؤال أكثر إثارة للاهتمام: هل كان هذا التحسن المفاجئ في القدرة على اكتساب التغذية كلياً بسبب طفرة وحيدة درامية، نادرة للغاية لدرجة أن واحدة فقط من الاثنتي عشرة سلالة كانت محظوظة على نحوٍ كافٍ لاجتيازها؟ هل كانت_بعبارة أخرى_مجرد خطوة تطفرية أخرى، كتلك التي تبدو مبرهناً عليها في الخطوات الصغيرة بالرسم البياني لتحسن الملاءمة في ص٨١؟ لقد بدا هذا للينسكي غير مرجح، لسبب مثير للاهتمام. فمع علمه بمتوسط معدل التطفر لكل جين في جينوم هذه البكتيريا، حَسَبَ [*بحساباته_م*] أن ٣٠ ألف جيل كانت طويلة على نحوٍ كافٍ ليتطفر كل جين على الأقل مرة واحدة في كلٍ من السلالات الاثنتي عشرة. لذا بدا من غير المرجح أن ندرة التطفر هي ما جعل سلالة Ara–3 فريدة. فلابد أن الطفرة قد "اكتُشِفَت" من جانب عشائر عديدة أخرى.

لقد كان هناك احتمال نظري آخر، وكان سيكون مخيباً للآمال للغاية لو لم يتحقق. هنا حيث تبدأ القصة في التعقد تماماً، لذا لو كنتَ الآن في أواخر الليل، فلعلها ستكون فكرة جيدة أن تستأنف القراءة غداً.

ماذا لو لو كان السحر البيوكيميائي [الحيويكيميائي] اللازم للتغذي على السيترات يتطلب ليس فقط طفرة واحدة بل اثنتان (أو ثلاث)؟ نحن لا نتكلم الآن عن طفرتين تُضاف أحدهما على الأخرى بأسلوب إضافة بسيط. فلو كنا نفعل، لكان كافياً أن نحصل عليهما بأي ترتيب. فأي منهما_لوحدها_ستأخذك إلى نصف المسافة مثلا من الهدف. وأي واحدة لوحدها كانت ستمنح قدرة للحصول على بعض التغذية من السيترات، لكن ليس بالكمية التي ستحققها الطفرتان معاً. لكان هذا سيكون متساوياً مع طفرات ازدياد حجم خلايا الجسم التي قد درسناها من قبل. لكن مثل هذا الظرف لم يكن ليكون نادرةً كفايةً لاعتباره سبباً لتفرد عشيرة Ara–3 الدرامي. كلا، فإن ندرة التمثيل الغذائي للسيترات تقترح أننا نبحث عن شيء أكثر شبهاً بـ"التعقيد غير القابل للإنقاص" كما في تعبير دعاية المذهب الخلقي. ربما يكون سبيلاً بيوكيميائياً يدخل فيه منتج تفاعل كيميائي مساهماً في تفاعل كيميائي آخر، ولا يمكن لأيٍ منهما تحقيق أي تخطي بدون الآخر. هذا سيتطلب طفرتين_سندعوهما أ و ب في هذه الفرضية. لتحفيز التفاعلين سنحتاج حقاً لكلا الطفرتين قبل أن يكون هناك أي تحسن أياً كان، وهذا سيكون حقاً عسيراً على نحوٍ كافٍ لتفسير النتيجة الملاحَظة من أن واحدة فقط من العشائر الاثنتي عشرة قد حققت الإنجاز.

هذا كله نظريّ. هل يمكن لفريق لينسكي اكتشاف ما قد كان يحدث حقاً بالتجريب؟ حسناً، لقد أمكنهم إنجاز خطوات واسعة في هذا الاتجاه، قائمين باستعمال ذكيّ للـ"حفريات" المجمَّدة، والتي هي كهِبة مستمرة في هذا البحث. إن الفرضية_للتكرار_هي أن_في وقتٍ غير معلوم_صادفت عشيرة Ara–3 المرور بطفرة، هي الطفرة (أ). هذا لم يكن له تأثير مُسْتَبْيَن لأن الطفرة الأخرى الضرورية (ب) كانت لا تزال مُفتقَدة. إن الطفرة (ب) يُحتمَل أنها ظهرت على نحوٍ متساوٍ في أيِ واحدةٍ من الاثنتي عشرة عشيرة، في الحقيقة فإنه على الأرجح قد فعلت. لكن (ب) وحدها غير مفيدة_ليس له أي تأثير مفيد على الإطلاق_إلا أن يصادف أن العشيرة قد أُعِدَّت بالحدوث السابق للطفرة (أ). ولقد كانت العشيرة Ara–3 فقط_كما يصادف_قد أُعِدَّت هكذا.

لقد كان يمكن للينسكي صياغة فرضيته في شكل تنبؤ قابل للاختبار، ومن المثير للاهتمام وضعها هكذا لأنها حقاً تنبوء، حتى لو كانت من ناحية الاتجاه تتناول الماضي. هاكم كيفية وضعي للتنبؤ، لو كنتُ أنا لينسكي:

سأنشِّط حفريات من العشيرة Ara-3، مؤرخة من نقاط زمنية متعددة، مختارة إستراتيجياً، راجعةً خلفاً في الزمن الماضي. ثم سيُسمَح لكل من هذه المستعمرات الأليعازرية [*المقامة من الموت تشبيهاً بأليعاز في قصة الإنجيل_م*] بالتطور أكثر، على نظام غذائي مماثل للتجربة التطورية الأساسية، اللاتي ستكنَّ [*المستعمرات*] معزولات عنها تماماً بالتأكيد. والآن، ها هو تنبئي: "ستكتشف" بعض هذه المستعمرات المقامة من الموت كيفية الاستفادة من السيترات، لكن فقط لو كنَّ منشطات من "السجل الأحفوريّ" بعد جيل معين حاسم في التجربة التطورية الأصلية. لكن لا نعلم_حتى الآن بعدُ_متى كان الجيل السحريّ لكننا سنحدده، بإدراك متأخر، باعتباره تلك اللحظة عندما دخلت الطفرة (أ) العشيرة، طبقاً لفرضيتنا.

ستبتهج حينما تعلم أن هذا بالضبط ما قد وجده تلميذ لينسكي Zachary Blount، عندما أجرى مجموعة شاقة من التجارب تضمنت حوالي أربعة تريليونات (رقم أربعة أمامه ١٣ صفراً) خلية إي كولاي من خلال الأجيال. لقد اتضح أن اللحظة السحرية كانت في حوالي الجيل الـ٢٠ ألف. إن العينات المُنشَّطة لـ المؤرخة مما بعد الجيل الـ٢٠ ألف في "السجل الأحفوري" تُظهِر احتمالية للتطور البَعديّ (التالي) للقابلية للتغذي على السيترات. لا مستعمرات مؤرخة قبل الجيل الـ٢٠ ألف أظهرت هذا. وفقاً للفرضية، فبعد الجيل الـ٢٠ ألف أصبحت المستعمرات "مُجهَّزة" للحصول على أفضلية الطفرة (ب) متى ما حدثت، ولم يكن هنالك تغير لاحق في مقدار الاحتمالية، في أي اتجاه، فحالما كان "يوم بعث" الحفريات متأخراً عن التأريخ السحريّ للجيل الـ٢٠ ألف، أياً ما كان الجيل بعد الـ٢٠ ألف الذي أخذ منه Blount العينة، ظل مقدار الاحتمالية المتزايد لهذه الحفريات المُنشَّطة للاكتساب البعدي لقابلية التغذي بالسيترات هو نفسه. لكن الحفريات المنشطة مما قبل الجيل الـ٢٠ ألف ليس لديها قابلية زائدة لتطوير قابلية التغذي بالسيترات على الإطلاق. لقد كانت العشيرة Ara-3 قبل الجيل الـ٢٠ ألف مثل كل العشائر الأخرى تماماً. فرغم أن أفرادها انتموا إلى العشيرة Ara-3، فهم لم يحوزوا الطفرة (أ). لكن بعد الجيل الـ٢٠ ألف، كانت العشيرة Ara-3 صارت "مُجهَّزة". هم فقط من كانوا قادرين على الحصول على أفضليةِ [فائدة] الطفرة (ب) عندما ظهرت، كما قد فعلت في العديد من العشائر الأخرى لكن دون تأثير جيد. إن هناك لحظات للبهجة العظيمة في البحث العلميّ، ولابد أن هذه بالتأكيد قد كانت واحدةً منها.

يَظهر بحث لينسكي_في العالم الأصغر وبالمعمل_مُسَرَّعاً بدرجة كبيرة بحيث أنه يحدث أمام أعيننا تماماً، مع الكثير من العناصر الأساسية للتطور بالانتخاب الطبيعي: تطفر عشوائي يتلوه انتخاب طبيعي غير عشوائي، وتكيف لنفس البيئة بأساليب منفصلة على نحو مستقل، والأسلوب الذي تُضاف به الطفرات المتعاقبة على سابقاتها لإحداث التغير التطوريّ، والأسلوب الذي تعتمد فيه بعض الجينات لكي تصير مؤثرة على حضور جينات أخرى. إلا أن كل هذا حدث في جزء ضئيل من الوقت الذي يستغرقه التطور على نحو طبيعي.

إن هناك نتيجة مضحكة لهذه القصة المنتصرة للجهد العلمي. يكرهها أتباع المذهب الخلق. فهي لا تُظهِر فحسب التطور في عمله فعلاً، ولا تُظهر فحسب معلومة جديدة تدخل الجينوم تدخل مُصمِّم، والذي هو شيء قيل لهم أن ينكروه قدر الإمكان ("قيل لهم" لأن

معظمهم لا يفهم أصلاً ماذا تعني كلمة "معلومة")، وهي لا تبرهن فحسب على قدرة الانتخاب الطبيعيّ على جمع اتحادات من الجينات، والتي_حسب الحسابات الساذجة المحبوبة للغاية للخلقيين_ينبغي أن تساوي المستحيل، بل أنها أيضاً تقوض عقيدتهم الرئيسية عن "التعقيد غير القابل للإنقاص"، لذا فلا عجب أنهم مرتبكون من قِبَل بحث لينسكي ومجموعته، وتواقون لإيجاد خطأ فيه.

إن Andrew Schlafly المحرِّر الخلقي لموقع Conservapedia[1]_والذي هو محاكاة مضلِّلة سيئة السمعة لموقع ويكيبديا Wikipedia الموسوعيّ العظيم_كتبَ إلى الدكتُر لينسكي طالباً الدخولَ إلى بياناته الأصلية، ملمحاً على نحو مفترض أن هناك بعض الشك في صحتها. لم يكن على لينسكي بالتأكيد أي التزام حتى بالرد على هذا الاقتراح الوقح، إلا أنه_بأسلوب نبيل مهذب جداً_فعل ذلك، مفترضاً بأسلوب معتدل أن Schlafly قد يبذل جهداً لقراءة رسالته قبل نقدها. لقد مضى لينسكي في توضيح النقطة الجديرة بالملاحظة من أفضل بياناته مخزَّن في شكل مستنبتات بكتيرية مجمَّدة، والتي يمكن لأي أحد_من حيث المبدأ_أن يفحصها للتحقق من نتائجه. وأنه سيكون مسروراً بإرسال عينات لأي عالم بكتيريا مؤهَّل للتعامل معها، مشيراً إلى أنها في الأيدي غير المؤهلة قد تكون خطيرة تماماً. وضع لينسكي قائمة بهذه الكفاآت بتفاصيل قاسية، ويمكن للمرء تقريباً الشعور بالاستمتاع الذي فعل به ذلك، عالماً بشكل جيد تماماً أن Schlafly_وهو محامٍ إن سمحتَ لي، وليس عالماً على الإطلاق_سيجد بالكاد طريقه لتهجي الكلمات المكتوبة، ناهيك عن التأهل كعالم بكتيريا كفء للقيام بإجراآت معملية متقدمة وآمنة، متبوعة بتحليل إحصائي للنتائج. لقد لخَّص الأمر بأسلوب لاذع كاتب المدونة العلمي الشهير PZ Myers بعبارة استُهِلَت بقوله: "مرة أخرى، لقد رد لينسكي على المأجورين والمغفلين في موقع Conservapedia، وإن صبياً ليتفوق عليهم في أيما وقت."

إن تجارب لينسكي_خاصة مع تقنية "الحفظ كمتحجرات" البارعة_تُظهِر قدرة الانتخاب الطبيعي على إحداث التغير التطوري في مقياس زمني يمكننا إدراكه في عمرٍ بشريٍّ، أمام أعيننا تماماً. إلا أن البكتيريا تقدم أمثلة مؤثرة أخرى، وإن تكن أقل وضوحاً للفهم. فالكثير من السلالات البكتيرية قد طوَّرَت مقاومة للمضادات الحيوية في فترات قصيرة على نحو مدهش. فرغم كل شيء، فإن أول مضاد حيويّ_وهو البنسلين_قد اكتشفه على نحو بطوليّ Florey and Chain في زمن حديث معاصر للحرب العالمية الثانية. ثم ظهرت مضادات حيوية جديدة على فترات زمنية متقطعة منذ ذلك الحين، وقد طورت البكتيريا مقاومة لكل واحد منهم تقريباً. في الوقت الحاضر، فإن أكثر الأمثلة تهديداً هو MRSA (*Staphylococcus aureus* المقاوِم للميثيسيلين)، والذي نجح في جعل المستشفيات أماكن من الخطِر زيارتها يقيناً. إن خطراً آخر هو (*Clostridium difficile*) '*C. diff.*'، هاهنا مجدداً لدينا انتخاب طبيعي مؤيِّد للسلالات المقامة للمضادات الحيوية، لكن تأثيره يتضاعف بعامل آخر أقوى: إن الاستعمال طويل الأمد للمضادات الحيوية يفضي إلى قتل البكتيريا "الجيدة" أو المفيدة في الأمعاء، جنباً إلى جنب مع الضارة. و*C. diff.* كونه مقاوماً للمضادات الحيوية، يُعاوَن على نحوٍ عظيم بغياب الأنواع الأخرى من البكتيريا التي كان سيتنافس معها على نحو طبيعي. إنه مبدأ (عدو عدوي صديقي).

لقد استُثِرتُ قليلاً لقراءة كتيب في حجرة انتظار طبيبي تحذر من خطر الامتناع عن إتمام جرعات حبوب مضاد حيويّ. لا شيء خطأ في هذا التحذير، لكن السبب المقدَّم لذلك أزعجني. فالكتيب يشرح أن البكتيريا "ذكية" وأنها "تتعلم" مكافحة المضادات الحيوية.

[1] من كلمة Conserve والتي تعني المحافظة أو التدين والقيم القديمة التقليدية، وكلمة encyclopedia بمعنى موسوعة.

يُحتمَل أن المؤلفين اعتقدوا أن ظاهرة مقاومة المضاد الحيوي ستكون أسهل إدراكاً لو دعوها بالتعلم بدلاً من الانتخاب الطبيعيّ. لكن الحديث عن كون البكتيريا "ذكية" و"تتعلم" مشوّش بمعنى الكلمة، وفوق كل هذا فهو لا يساعد المريض على إيجاد معنى توجيه الاستمرار في تناول الحبوب حتى تنتهي. فإن أي مغفل يمكنه أن يرى أنه من غير المعقول وصف البكتيريا بالذكاء. فحتى لو كان هناك بكتيريا "ذكية"، فلماذا سيشكّل الإيقاف قبل الأوان أي فارق للبراعة المكتسبة بالتعلم لبكتيريا ذكية؟ لكن ما أن تبدأ بالتفكير بمصطلحات الانتخاب الطبيعي يصير للأمر معنى مكتمل.

كأي سمّ، فإن المضادات الحيوية يتوقع أن تكون معتمدة على الجرعة. فإن جرعة عالية على نحو كافٍ ستقتل كل البكتيريا، أما جرعة منخفضة بصورة كافية فلن تقتل أياً منها. وأما جرعة متوسطة فستقتل بعضها، لكن ليس كلها. لو كان هناك تنوع وراثي بين البكتيريا، كأن يكون بعضها أكثر حساسية للمضاد الحيوي من الآخرين، فإن جرعة متوسطة ستكون كشيء مفصَّل خصيصاً للانتخاب المؤيد لجينات المقاومة . فعندما يقول لك الطبيب أن تنهي تناول جرعة الحبوب، فهذا لزيادة فرص قتل كل البكتيريا وتجنب ترك متطفرات مقاوِمة أو شبه مقاومة. وبإدراك متأخر لعلنا نقول لو فقط كنا كلنا أفضل تعلماً للتفكير التطوريّ، لكنا قد وعينا عاجلاً بأخطار السلاسل المقاومة كونها منتخبة. إن كتيبات كالذي في حجرة انتظار طبيبي لا تساعد على هذا التعلم، ويالها من فرصة ضائعة على نحوٍ محزن لتعلم شيء عن القوة المدهشة للانتخاب الطبيعي.

أسماك جوبي Guppies

أخبرني زميلي د.Dr John Endler __والذي انتقل حالياً من أمركا الشمالية إلى جامعة University of Exeter__هذه القصة الرائعة و__حسناً__المحزنة أيضاً. فلقد كان مسافراً في رحلة طيران محلية في الولايات المتحدة الأمِركية، وقام مسافرٌ في المقعد التالي بعمل محادثة معه بسؤاله عما يعمل. فأجابه إندلر بأنه بروفيسير في علم الأحياء، يقوم ببحث على المجموعات السكانية في البرية لأسماك guppy في Trinidad. أصبح الرجل مهتماً على نحو متزايد بالبحث وسأل عدة أسئلة. مأسوراً ببراعة النظرية التي بدت أنها أساس كل التجارب، سأل إندلر ما هي تلك النظرية، ومن أنشأها. بعدئذٍ فقط ألقى د.إندلر ما حَزَرَ على نحو صائب أنه سيكون قنبلته: "إنها تُدعى نظرية دارْون عن التطور بالانتخاب الطبيعي!" لقد تغير سلوك الرجل فوراً. احمر وجهه وعلى نحوٍ مفاجئ استدار مشيحاً، رافضاً التكلم أكثر وأوقف ما كان حتى الآن محادثة ودية. وأكثر من ودية في الحقيقة فإن د.إندلر كتب إليَّ أن الرجل قد "سأل بعض الأسئلة المتميزة قبل هذا، مشيراً إلى أنه كان يتابع المناقشة بحماسة وذكاء. هذا مأساويّ حقاً.

إن التجارب التي سردها جون إندلر لرفيق سفره مغلق العقل رائعة وبسيطة. وهي تساهم على نحو بديع في توضيح السرعة التي يمكن أن يعمل بها الانتخاب الطبيعي. وهي ملائمة بحيث ينبغي أن أستعمل بحث إندلر الخاص به هنا، لأنه أيضاً مؤلف كتاب (الانتخاب الطبيعي في البرية)، وهو الكتاب الرائد الذي جُمِعَت فيه مثل تلك الدراسات، والذي عُرِضَت فيه أساليبها.

إن أسماك Guppies هي أسماك مياه عذبة ذات شعبية توضَع في أحواض سمك الزينة [*موطنها أمريكا الشمالية غرب الإنديز_م*]. وكما في طيور الدرجة والطاووس التي قابلنها في الفصل الثالث، فإن الذكور ملونة على نحو أضوأ من الإناث، وقد رباها مربو أسماك أحواض الزينة لتصير أكثر تألقاً. درس إندلر أسماك جوبي البرية (*Poecilia reticulata*) العائشة في الجداول الجبلية في Trinidad وTobago وڤنزويلا. لقد لاحظ أن المجموعات المحلية مختلفة على نحو مذهل عن بعضها الآخر. في بعض المجموعات السكانية كانت الذكور البالغة ملونة بألوان قوس قزح، بنفس درجة وضاءة المرباة في أحواض الزينة. فخمن أن أسلافها قد انتُخِبَت على أساس ألوانها الوضيئة من قِبَل أسماك جوبي الإناث. بنفس الطريقة التي انتُخِبَت بها ذكور الدرجة من قِبَل الإناث. في مناطق أخرى كانت الذكور أكثر قتامة وإن كانت تظل أضوأ من الإناث. وكالإناث_ مع أن ذلك بدرجة أقل_ هم مموهون جيداً مع القيعان المفروشة بالحصى للجداول المائية حيث تعيش. برهن إندلر_بمقارنات كمية بارعة بين الكثير من المواقع في ڤنزويلا وترينيلاند_أن الجداول التي كانت بها الذكور أقل وضاءة كانت أيضاً هي الجداول التي كان بها الافتراس ثقيل الوطأة. أما في الجداول ذوات الافتراس الضعيف فحسب فكانت الذكور ملونة على نحو أضوأ، مع نقط أكبر وأكثر بهرجةً، والكثير منها [*النقط_م*]. فهاهنا كانت الذكور حرة لتطور ألواناً ساطعة لتروق للإناث. لقد كان الضغط من الإناث على الذكور لتطوير الألوان الوضيئة موجوداً طوال الوقت، في كل المجموعات السكانية المنفصلة العديدة، سواء كانت المفترسات المحلية تدفع إلى الاتجاه الآخر بقوة أو ضعف. وكما هي العادة دوماً، يوجِد التطور مواءماتٍ بين الضغوط التطورية. ما كان مثيراً للاهتمام بشأن أسماك جوبي هو أن إندلر أمكنه حقاً رؤية كيفية تنوع التواؤم في الجداول المختلفة. لكنه فعل ما هو أفضل من ذلك. فقد مضى قدماً لعمل تجارب.

بفرض أنك تريد إنشاء التجربة المثالية للبرهنة على تطور التموه، ماذا كنت ستفعل؟ إن الحيوانات المموهة تشابه الخلفية التي تُرَى عليها. فهل يمكنك إنشاء تجربة تتطور فيها الحيوانات حقيقةً_أمام أعيننا تماماً_لتشابه الخلفية التي قدمتها لها على نحوٍ تجريبيّ؟ ويُفضَّل خلفيتان، مع مجموعة سكانية مختلفة على كلٍ منهما؟ إن الهدف هو القيام بشيء مثل انتخاب سلالتين لنبات الذرة لمحتوى الزيت العالي والمنخفض الذي قد رأيناه في الفصل الثالث. لكن في هذه التجارب لن يقوم بالانتخاب البشر بل المفترسون وإناث الجوبي. الشيء الوحيد الذي سيفرق بين السلالتين التجريبيتين هو الخلفيتان المختلفتان اللتان سنوفرهما.

خذ بعض الحيوانات من نوعٍ مموه_ربما نوع من الحشرات_وضعها على نحو عشوائي في أقفاص مختلفة (أو حظائر، أو برك، أياً ما كان الملائم)، والتي قد لُوِّنَت أو زُخرِفَت على نحو مختلف. كمثال، قد نعطي نصف عدد الحظائر خلفية خضراء غاباتية، والنصف الآخر خلفية بينية محمرة صحراوية. بعد وضعك الحيوانات في حظائرها الخضراء أو البنية، سنتركها لتعيش وتتناسل لأجيال حسبما يُتاح لك من زمن، والذي بعده سنعود لنرى إذا ما كانوا قد تطوروا ليشابهوا خلفياتهم، الخضراء أو البنية على الترتيب. بالتأكيد سنتوقع هذه النتيجة فقط لو وَضعتَ مفترسين في الحظيرة أيضاً. لذا، فلنضع_مثلاً_حرباء. هل نضع في كل الحظائر؟ لا، بالتأكيد لا. فهذه تجربة، تذكر ذلك[1]. من ثم سنضع مفترِساً في نصف عدد الأقفاص خضراء الأرضية ونصف عدد الأقفاص حمراء الخلفية. ستكون التجربة لاختبار التنبؤ بأن: في الأقفاص التي بها مفترِس ستتطور الحشرات لتصبح إما خضراء أو بنية، لتصير أكثر تشابهاً لخلفياتها. لكن في الأقفاص التي بلا مفترس فسوف_لو تطور أي شيء_تصير أكثر اختلافاً عن خلفياتها، لتصبح واضحة للإناث.

[1] يلزم التجربة العلمية ما يُعرَف بالعينة الحاكمة، للمقارنة_م

لقد تعزّز لدي منذ زمن طويل طموح لعمل هذه التجربة بالضبط مع ذباب الفاكهة (لأن دوراتها التكاثرية قصيرة للغاية)، لكن_يا للحسرة_لم أحاول فعل هذا قط. لذا فأنا مبتهج بشكل خاص للقول بأن هذا ما قام به جون إندلر بالضبط، ليس مع الحشرات بل مع أسماك جوبي. من الواضح أنه لم يستعمل حرباوات كمفترسات، لكن بدلاً من ذلك اختار سمكة تدعى البلطية الرمحية pike cichlid, *Crenicichla alta*، والتي هي مفترس خطير لأسماك الجوبي تلك في البرية. وهو لم يستعمل خلفيات خضراء مقابل أخرى بنية، بل آثر شيئاً أكثر إثارة من ذلك. فقد لاحظ أن أسماك جوبي تستمد معظم تمويهها من نقطها، أكثر الأحيان الكبيرة إلى حدٍ بعيد، التي تشابه زخرفتها زخرفة القيعان الحصباوية (الحصوية) لجداولهم النهرية الأصلية. بعض الجداول بها حصى أكثر خشونةً وتحصباً، والأخرى بها حصى أنعم وأكثر رملية. هاتان هما الخلفيتان اللتان استخدمهما، وستتفق معي أن التمويه الذي كان يقصد إليه أكثر براعة ودقة وأكثر إثارة للاهتمام من خلفياتي الخضراء مقابل البنية.

حصل إندلر على صوبة زجاجية كبيرة، لمحاكاة العالَم الإستوائي لأسماك جوبي، وأنشأ ثماني برك داخلها. ووضع حصى على قيعان كل العشر برك، إلا أن خمسة منها كان لها حصى خشن حصباوي، والخمسة الأخرى كان لها حصى أنعم رملي. يمكنك أن ترى إلى أين يتجه هذا. التنبؤ هو: عندما تُعرَّض إلى افتراس قوي، فإن أسماك الجوبي في كلا الخلفيتين ستختلفان أحدهما عن الآخر خلال الزمن التطوري، كلٌ منهما في اتجاه مضاهاة خلفيتها الخاصة. أما حيثما يكون الافتراس ضعيفاً أو غير موجود، فإن التنبؤ هو أن الذكور ينبغي أن تميل إلى اتجاه تحولها إلى أكثر وضوحاً لتروق للإناث.

بدلاً من وضع مفترسات في نصف عدد الأحواض ولا مفترسات في النصف الآخر، مجدداً قام إندلر بشيء أكثر دقة. لقد صنع ثلاثة مستويات من الافتراس: بركتان (أحدهما ذات حصى ناعم والأخرى خشن) ليس بهما مفترسون على الإطلاق. وأربعة برك (اثنتان ناعمتا واثنتان خشنتا الحصى) بهم سمكة البلطية الرمحية الخطيرة على الجوبي. وفي البرك الأربعة المتبقية أدخل إندلر نوعاً آخر من السمك *Rivulus hartii*، والتي رغم اسمها الإنجليزي killifish (وفي الحقيقة اسمها غير ذي صلة تماماً، حيث أنه على اسم السيد Mr Kille) فهي غير ضارة نسبياً لأسماك جوبي. إنها (مفترس ضعيف)، بينما البلطية الرمحية مفترس قوي. إن موقف (المفترس الضعيف) هو ظرف تحكم أفضل من لا مفترسين على الإطلاق. هذا لأنه_كما شرح إندلر_كان يحاول محاكاة ظرفين طبيعيين، وهو لا يعلم جداول نهرية طبيعية خالية تماماً من المفترسات، هكذا فإن المقارنة بين الافتراس القوي والضعيف هي مقارنة أكثر طبيعيةً.

بالتالي، هاكم الإعداد: وُضِعَت أسماك جوبي عشوائياً في العشر برك، خمسة منها ذات حصى خشن والأخرى ذات حصى ناعم. سُمِحَ للعشر مستعمرات من أسماك جوبي كلها بالتكاثر بحرية لستة أشهر دون مفترسين. وعند هذه النقطة بدأ أداء التجربة. فوضع إندلر (مفترساً خطيراً) في كلٍ من بركتي حصى خشن وبركتي حصى ناعم. ووضع ست (مفترسين ضعاف) (ستة بدلاً من واحد، لتقديم تقريب أكثر للكثافة النسبية لنوعي الأسماك في البرية) في كلٍ من بركتي حصى خشن وأخريَيْن ذواتي حصى ناعم. أما البركتان المتبقيتان فكانتا كالسابقات وبلا مفترسين تماماً.

بعدما أُجريَت التجربة لخمسة أشهر، قام إندلر بإحصاء لكل البرك، وعد وقاس النقط على كل أسماك الجوبي في كل البرك. بعد تسعة شهور لاحقة_أي بعد ١٤ شهراً في مجموعها_قام بإحصاء آخر، عاداً ومقيساً بنفس الأسلوب. وماذا عن النتائج؟ لقد كانت مذهلة،

حتى بعد وقت قصير للغاية كهذا. لقد استخدم إندلر مقاييس عديدة لأنماط ألوان الأسماك، أحدها كان (النقط على كل سمكة)، فعندما وُضِعَت أسماك جوبي لأول مرة في بركها، قبل وضع المفترسين، كان هناك مدى واسع من أعداد النقط، لأن الأسماك قد جُمِعَت من تنوع واسع للجداول النهرية ذات التنوع الواسع للمحتوى المفترِس. خلال الستة شهور قبل إدخال أي مفترسين، ارتفع العدد المتوسط للنقط حسب كل سمكة بشكل كبير. يحتمل أن هذا كان استجابة للانتخاب من جانب الإناث. ثم، عند الوقت الذي أُدخِلَت فيه المفترسات، كان هناك تغير درامي. ففي البرك الأربعة التي بها مفترس خطر، انخفض العدد المتوسط للنقط. لقد كان الاختلاف ظاهراً تماماً خلال إحصاء الخمسة شهور الأولى، وانحدر عدد النقط إلى حدٍ أكثر بإحصاآت الأربعة عشر شهراً. لكن في البركتين الخاليتين من المفترسين، والأربعة برك ذوات الافتراس الضعيف، استمر عدد النقط في الازدياد. لقد وصل إلى ذروة استقرار في حدود إحصاء الشهر الخامس مبكراً، وظل عالياً طوال إحصاآت الأربعة عشر شهراً. ففيما يتعلق بعدد النقط، يبدو أن الافتراس الضعيف مماثل تقريباً لعدم الافتراس، مُهيمَناً عليه من جانب الانتخاب الجنسي بالإناث اللاتي تفضل الكثير من النقط.

هذه خلاصة القول عن عدد النقط. أما حجم النقط فيخبرنا بقصة مثيرة للاهتمام على نحو مساوٍ. ففي وجود المفترسين، سواء ضعاف أو أقوياء، قد شجعت الحصباء الخشبة نقطاً أكبر نسبياً، بينما أيدت الحصباء الناعمة نقطاً أصغر نسبياً. هذا يَسهُل تعليله بأن حجم النقط يحاكي الصخور. وعلى نحو فاتن_رغم ذلك_في البرك حيث لم يكن هناك مفترسون على الإطلاق، وجد إندلر العكس بالضبط. أيدت الحصباء الناعمة نقطاً كبيرة على ذكور الجوبي، أما الحصباء الخشنة فأيدت نقطاً صغيرة. فإنهم أكثر وضوحاً لو لم يحاكوا الصخور على خلفياتهم الخاصة بكل منهم، وهذا جيد لجذب الإناث. مُتقَن!

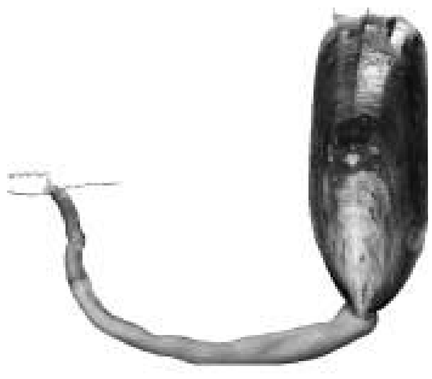
نعم، مُتقَن. لكن هذا كان في المعمل. فهل استطاع إندلر الحصول على نتائج مشابهة في البرية؟ أجل، فقد ذهب إلى جدول طبيعي يحتوي على البلطية الرمحية (أو الرماحة) الخطيرة على الجوبي، والذي كانت فيه كل ذكور الجوبي غير واضحة نسبياً. فأسرَ أسماك جوبي من كلا الجنسين وأعاد توطينهم في رافدٍ لنفس الجدول لا يحتوي على أسماك جوبي ولا مفترسين خطرين، رغم أن نوع المفترس الضعيف killifish كان موجوداً. وتركها هناك لتستمر في الحياة والتناسل، وانصرف. بعد ٢٣ شهراً لاحقاً، عاد وأعاد فحص أسماك جوبي ليرى ما قد حدث على نحو مذهل، فبعد أقل من سنتين، تغيرت الذكور بشكل ملاحَظ في اتجاه الصيرورة أنصع ألواناً، مدفوعين بانتخاب الإناث_بلا شك_وأحراراً للمضي في ذلك الاتجاه في غياب المفترسين الخطرين.

إن أحد الأشياء اللطيفة التي يتسم بها العلم هو أنه نشاط عمومي. فالعلماء ينشرون أساليبهم وكذلك نتائجهم، مما يعني أن أي أحد آخر، في أي مكان بالعالم، يمكنه تكرار عملهم. إن لم يحصلوا على نفس النتائج، فسترغب أن تسأل عن السبب. عادةً هم لا يكررون العمل السابق، بل يُوَسِّعونه: يمضون به إلى حدٍ أبعد. لقد كان بحث جون إندلر المتألق على أسماك جوبي مجرد بداية للاستمرار والتوسع. وضمن من اهتموا بهذا David Reznick من جامعة كاليفورنيا في Riverside. فبعد تسع سنوات من اختبار إندلر لجدوله التجريبي بهذه النتائج المذهلة، أعاد Reznick وزملاؤه زيارة المكان وأخذوا عينات من أنسال المجموعة السكانية التجريبية لإندلر مرة ثانية. كانت الذكور الآن ملونة على نحو ساطع جداً. فلقد استمرت النزعة المقادة بالإناث التي قد لاحظها إندلر، على نحو مفرط. ولم يكن هذا كل شيء فحسب. فلعلك تتذكر تجربة الثعالب لفضية في الفصل الثالث، وكيف أن الانتخاب الاصطناعي لإحدى السمات

(الوداعة) دفع في طريقه عنقوداً من السمات الأخرى: التغيرات في كلٍ من موسم التناسل وشكل الآذان والذيل ولون الفرو وأشياء أخرى؟ حسناً، إن شيئاً مشابهاً حدث مع أسماك جوبي تحت تأثير الانتخاب الطبيعي.

لقد لاحظ رزنك Reznick وإندلر من قبل أنه عندما تقارَن أسماك جوبي في الجداول المكتسحة بالمفترسات مع أسماك جوبي في الجداول ذوات الافتراس الضعيف فقط، فإن الاختلافات اللونية هي قمة الجبل الجليدي المستدقة فقط. فهناك مجموعة كاملة من الاختلافات الأخرى: إن أسماك جوبي من الجداول منخفضة الافتراس تصل إلى النضج الجنسي متأخرةً عن اللاتي من جداول مرتفعة الافتراس، وهي أكبر عندما تصل إلى البلوغ، وهي تضع بطوناً من الصغار أقل تكراراً، وتكون فروخها أصغر، مع عدد أكبر للنسل. عندما فحَصَ رنزك متحدري أسماك جوبي الخاصة بتجربة إندلر، كانت نتائج بحثه تبدو جيدة أكثر من اللازم عن أن تكون صحيحة. فإن الأسماك التي حُرِّرَت في اتباعها الانتخاب الجنسي المقاد بالإناث عوضاً عن الانتخاب المقاد بالمفترسين للبقاء الفردي، لم تصبح فقط ملونة على نحو أسطع، بل تغيرت في كل النواحي الأخرى التي قد سردتُها للتو. فقد طورت هذه الأسماك مجموعة كاملة من التغيرات الأخرى، لتضاهي الموجودة على نحو طبيعي في مجموعات برية خالية من خطر المفترِسات. لقد بلغت أسماك جوبي في عمر متأخر عما في الجداول المكتسحة بالمفترِسات، وكانت أكبر، وهي تُنتِج نسلاً أقل وأكبر. لقد تغير التوازن باتجاه المعيار الخاص بالبرك الخالية من المفترِسات، حيث تحصل الجاذبية الجنسية على الأولوية. وكل هذا يحدث سريعاً على نحو مذهل، وفقاً للمعايير التطورية. لاحقاً في هذا الكتاب سوف نرى أن التغير التطوري الذي شهده إندلر ورزنك_مقاداً على نحو صرف بالانتخاب الطبيعي (متضمناً على نحو الدقة الانتخاب الجنسي)_قد سابق متقدماً بسرعة تُقارَن بالمنجزة بالانتخاب الاصطناعي في الحيوانات الداجنة. إنه مثال مدهش على تطور يحدث أمام أعيننا تماماً.

إن أحد الأشياء المدهشة التي قد تعلمناها عن التطور هو أنه قد يكون على حدٍ سواء سريعاً جداً_كما قد رأينا في هذا الفصل_وتحت ظروف أخرى_كما نعلم من سجل الحفريات_بطيئاً. إن أبطأ كل تلك الكائنات الحية هو ما ندعوها "الحفريات الحية". إنها ليست مُسترجَعة حرفياً من الموت مثل بكتيريا لينسكي المجمدة. لكنها كائنات قد تغيرت قليلاً للغاية منذ عهد أسلافها البعيدين بحيث أنها كما لو كانت حفريات.

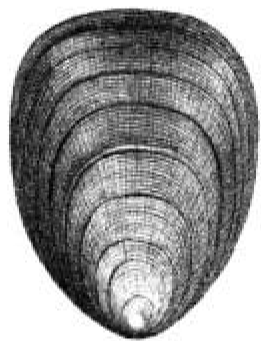


Lingula

Lingula

إن أحفورتي الحية المفضلة هي الـ*Lingula* من رتبة رأسيات الأقدام brachiopod. لا تحتاج أن تعرف ما هي رأسيات الأقدام. لو كانت لنا مطاعم وجبات بحرية مزدهرة قبل الانقراض البيرميّ العظيم منذ ربع مليار عام مضى، لكانت ضمن سلع قائمة الطعام. أكثر

الانقراضات كارثيةً على مر الزمن الماضي. إن لمحة سطحية قد تخلطهم مع الرخوي ذي الصدفتين_بلح البحر ونوعه_إلا أنها مختلفة للغاية حقاً. إن صدفتيها عليا وسفلى. بينما صدفتا بلح البحر يسرى ويمنى. لقد كانت ذوات الصدفتين ورأسيات الأقدام_كما عبَّر Stephen Jay Gould عن الأمر بشكل جدير بالتذكر_كأنها سفن تسير في الليل [*كناية عن المصير المجهول وصعوبة الأزمة_م*]. لقد نجت أنواعٌ قلائل من رأسيات الأقدام من (الموت الكبير) وهو تعبير آخر لجولد Gould مجدداً. والـ*Lingula* المعاصرة (في الصورة أعلاه) مشابهة للغاية للـ*Lingulella* المتحجرة في الصورة أدناه، لدرجة أن هذه المتحجرة كانت قد أُعطِيَت في الأصل نفس اسم جنس *Lingula*. إن هذه العينة الفريدة للـ*Lingulella* تعود إلى العصر الأوردوڤيشتي Ordovician الذي كان منذ ٤٥٠ مليون عام ماضٍ. إلا أن هناك متحجرات لنفس النوع_الذي سمي أصلاً بـ*Lingula* ثم صار يُعرَف الآن بـ*Lingulella*_تعود إلى أكثر من نصف مليار سنة في العصر الكامبريّ. لابد أن أعترف_رغم ذلك_أن صدفةً متحجرةً ليست الكثير ليُبنى عليه الادعاء، وإن بعض علماء الحيوان يشكّون في الادعاء بأن الـ*Lingula* هو "حفرية حية" غير متغيرة على نحوٍ كامل تقريباً.



Lingulella متطابقة تقريباً مع أقاربها المعاصرين

تنشأ الكثير من المشاكل التي نقابلها في الجدالات التطورية فقط لأن الحيوانات لا تُخطِّط لتطورها لذا فإنها تتطور بمعدلات مختلفة، وربما تكون غير مخططة بدرجة كافية بحيث لا تتطور على الإطلاق أحياناً. لو كان هناك قانون في الطبيعة يُملي أن كم التغير التطوري يجب أن يكون متناسباً إلزامياً مع الوقت المنقضي، لكانت درجة التشابه ستعكس درجة القرابة التطورية بدقة معصومة. رغم ذلك، ففي العالم الحقيقي، نحتاج كعلماء للمكافحة مع عدَّائين تطورياً مثل الطيور، التي تركت أصولها الزاحفية التي عاشت على تراب العهد الميزوزيّ. مُساعَدين في سعينا لفهم سر تفردها بالموقف المصادف من أن جيرانها في الشجرة التطورية قد هلكوا كلهم بفعل كارثة سماوية. وعلى الجانب الآخر، علينا أن نكافح في دراسة "حفريات حية" كالـ*Lingula*، والتي_في الحالات المتطرفة_قد تغيرت قليلاً للغاية لدرجة أنها قد تتناسل على الأغلب مع أسلافها البعيدين، لو أمكن فقط لآلة أشبه بآلة الزمن أن تدبِّر لهم لقاء مواعدة.

إلا أن الـ*Lingula* ليست المثال المشهور الوحيدة لمتحجرة حية، فهناك أُخَر تتضمن ملك السراطين [*حيوان بحري كبير الجسم يعيش في شرق أمرِكا الشمالية–م*] المعروف بـ"سلطعون" حدوة الحصان، وسمكة coelacanths، اللذان سنقابلهما في الفصل التالي.

الفصل السادس: حلقات مفقودة، ماذا تعني بـ"مفقودة"

إن أتباع مذهب الخلق مغرمون بشدة بالسجل الحفريّ، لأن أحدهم قد علَّمَ الآخر أن يكرر_مراراً وتكراراً_التعويذة [المانترا] القائلة بأنه ملي بـ"الثغرات": أرني "حلقاتك الوسطى"! إنهم يتخيلون (بحماقة شديدة) أن هذه "الثغرات" هي إحراج للتطوريين. في الحقيقة، نحن محظوظون لأن لدينا أي حفريات على الإطلاق، ناهيك عن العدد الضخم الذي لدينا الآن فعلاً لتوثيق التاريخ التطوري، إنها أعداد كبيرة، يتألف منها_وفقاً لأي معايير_حلقات وسطى بديعة. مع أني سأؤكد في الفصلين التاسع والعاشر أننا لا نحتاج المتحجرات لكي نبرهن أن التطور حقيقة. فحتى في حالة كتلك لكانت الأدلة على التطور آمنة تماماً حتى لو لم تكن جثة واحدة قد تحجرت قط. إنها عِلاوةٌ [أو زيادة_م] كوننا لدينا حقاً طبقات غنية بالمتحجرات لتُستَخرَج، والكثير يُكتَشَف كل يوم. إن الدليل الحفري على التطور في الكثير من مجموعات الحيوانات الرئيسية قويّ على نحو رائع. رغم ذلك، فهناك_بالتأكيد_ثغرات، والخلقيون يحبونها بهوس.

لنستخدم مرة أخرى تشبيهنا الخاص بالمحقق الذي يأتي إلى مسرح جريمةٍ لم يكن عليها شاهدٌ. أحد حاشية بارون [أمير] قد ضُرِبَ بالرصاص. لدينا بصمات أصابع، وآثار أقدام، و حمض نوويّ DNA من بقعة عرق على المسدس، ودافع قويّ يشير كلياً إلى كبير الخدم. هذه قضية تم إغلاقها تماماً، وهيئة المحلفين وكل واحد في المحكمة مقتنع أن رئيس الخدم فعلها. لكن في آخر لحظة يُكتشَف دليلٌ آخر، في الوقت الآزف قبل أن يمكن أن تتراجع عما بدا أنه حكمهم الحتمي بأنه مذنب، يتذكر أحد الأشخاص أن النبيل قد ركَّب كامِرات مراقبة ضد الهجّامين. بأنفاس محبوسة، تشاهد المحكمة التسجيلات. يُظهِر أحدها كبيرَ الخدم يفتح درجاً في حجرة المؤن خاصته، ويتناول مسدساً، ويحشوه، وينسل خلسةً من الحجرة مع نظرة حاقدة في عينيه. ربما تعتقد أن هذا يُقوّي الحجة ضد كبير الخدم أكثر. لكن لاحِظ التتمة: رغم ذلك، أشار محامي دفاع كبير الخدم على نحوٍ ماكر إلى أنه لم تكن هناك كامِرا مراقبةٍ في المكتبة حيث وقعت الجريمة، ولا كامِرا مراقبة في الرواق المؤدي إليها من مخزن المؤن الخاص بكبير الخدم. لقد هز إصبعه_بتلك الطريقة المقنعة التي جعلها المحامون خاصة بهم_قائلاً: *"هناك ثغرة في تسجيل الڤيديو! فنحن لا نعرف ما قد حدث بعدما ترك كبير الخدم مخزن المؤن. هناك أدلة غير كافية بصورة واضحة لإدانة موكِّلي."*

أشار_دون جدوى_محامي الادعاء إلى أنه كان هناك كامِرا ثانية في حجرة البليارد، وهي تُظهِر_من خلال الباب المفتوح_كبيرَ الخدم مع مسدس جاهز متسللاً على أطراف أصابعه على طول المر إلى المكتبة. هذا يسد على نحوٍ مؤكَّد الثغرةَ في تسجيل الڤيديو؟ بالتأكيد، فإن الحجة ضد رئيس الخدم الآن محصَّنة؟ لكن لا، لعب محامي الدفاع ورقته بطريقة المنتصر، قائلاً: *"نحن لا نعلم ما قد حدث قبل أو بعد مرور كبير الخدم بالباب المفتوح لحجرة البليارد. هناك الآن ثغرتان في تسجيل الڤيديو. يا أيها السيدات والسادة المحترمون في هيئة المحلفين، إن حجتي تستمر. هناك الآن أدلة أقل ضد موكلي عما كان من قبل".*

إن السجل الحفريّ_ككامِرا المراقبة في قصة القتل_شيء إضافي (علاوة)، شيء ليس لدينا الحق في أن نتوقعه كمسألة طلب مُستحَق. فهناك فعلياً أدلة أكثر من كافية لإدانة كبير الخدم بدون كامِرا مراقبة، وقد كانت هيئة المحكِّمين على وشك إلقاء حكم إدانة قبل

اكتشاف كامِرا المراقبة. على نحو مشابه، فهناك أدلة أكثر من كافية على حقيقة التطور في الدراسة المقارنة للأنواع المعاصرة (الفصل العاشر) وتوزعهم الجغرافي (الفصل التاسع). نحن لا نحتاج متحجرات. إن الحجة على التطور مُحكَمة بدونها، لذا فإنه من التناقض استعمال الثغرات في السجل الأحفوري كما لو كانت دليلاً ضد التطور. فنحن_كما قلت_محظوظون بأن لدينا متحجرات على الإطلاق.

ما سيكون دليلاً ضد التطور، ودليل قويّ على ذلك، هو اكتشاف ولو متحجرة واحدة في الطبقة الجيولوجية الخاطئة. لقد أشرتُ من قبلُ إلى هذه النقطة في الفصل الرابع. لقد أعجل العالِم J. B. S. Haldane بالرد على نحو مشهور، عندما سُئِلَ عن كنه الملاحظة التي كانت ستدحض نظرية التطور: "متحجرات أرانب في العصر قبل الكامبريّ!" لم تُكتشَف أرانب كهذه، ولا أي متحجرات من أي نوعٍ متناقضة مع التاريخ على نحوٍ مُوثَّق قطّ. إن كل المتحجرات التي لدينا، وهي كثيرة جداً جداً حقاً، تتواجد_دون استثناء وحيد موثق_ في التسلسل الزمنيّ الصحيح. نعم، هناك ثغرات حيثما ليس هناك متحجرات على الإطلاق، وهذا هو المُتوقَع فقط. لكن لم يُعثَر قط على متحجرة فريدة واحدة قبل أن أمكنها التطور تاريخياً: تلك حقيقة مُعبِّرة جداً (وليس هناك سبب لتوقعنا ذلك وفقاً للنظرية الخَلقية). وكما قد أشرتُ على نحو مختصر في الفصل الرابع، فإن النظرية الجيدة، النظرية العلمية، هي التي تكون قابلة للتفنيد، ورغم ذلك لا تُدحَض. يمكن أن يُدحَض التطور بسهولة إن ظَهرت متحجرة وحيدة فحسب في الترتيب التاريخي الغلط. لقد مر التطور بهذا الاختبار بنجاح باهر. ينبغي على الشاكّين في التطور الذين يتمنون إثبات حجتهم أن يخربشوا باجتهاد في الصخور، محاولين باحتياج يائس العثور على متحجرات متناقضة تأريخياً. ربما سيعثرون على واحد. هل يريدون الرهان؟

إن الفجوة الأكبر_والتي يحبها الخلقيون أكثر من الكل_هي التي تسبق ما يُسمَّى بالانفجار الكامبريّ. فمنذ أكثر بقليل من نصف مليار سنة، في الحقبة الكامبرية، ظهرت معظم الشُعَب الرئيسية للحيوانات_التقسيمات الأساسية داخل مملكة الحيوان_ "فجأةً" في السجل الأحفوريّ. فجأة، أي بمعنى أنه ليس هناك حفريات معروفة لهذه الحيوانات في الصخور أقدم من الكامبرية. لكن ليس فجأة بمعنى فوراً، فإن الفترة التي نتكلم عنها تمتد لحوالي عشرين مليون سنة. إلا أن ٢٠ مليون سنة تبدو قصيرة عندما يكون النقاش عن نصف مليار عام ماض. لكنها بالتأكيد تمثّل نفس كم الوقت بالضبط للتطور كمثلما تعادل اليوم من زمن! على أية حال، فهي تظل مفاجئة تماماً، وكما قد كتبتُ في كتابٍ سابق، فإن الحقبة الكامبرية ترينا عدداً أساسياً من الشعب الرئيسية للحيوانات.[1] ....

"في حالة متقدمة فعلاً من التطور، للمرة الأولى تماماً التي تَظهر فيها لنا. إنه كما لو كانت زُرِعَت هناك فحسب، دون أي تاريخ تطوري. لا حاجة للقول أن هذا المظهر للانزراع المفاجئ قد أسعد الخلقيين."

الجملة الأخيرة تبرهن أني كنت فطناً كفايةً لإدراك أن الخلقيين سيحبون الانفجار الكامبريّ. لكني لم أكن فطناً على نحوٍ كافٍ (عودةً إلى عام ١٩٨٦م) لإدراك أنهم سيقتبسون ببهجةٍ سطوري ضدي لصالحهم، مراراً وتكراراً، حاذفين بحرصٍ كلام شرحي الحريص. في نزوة، بحثت على شبكة الإنترنت العالمية الواسعة فقط على جملة : *" إنه كما لو كانت زُرِعَت هناك فحسب، دون أي تاريخ تطوري."* وحصلت على ما لا يقل عن ١٢٥٠ نتيجة. وكاختبارٍ حاكم بسيط على فرضية أن أغلب هذه النتائج على جوجل تمثّل

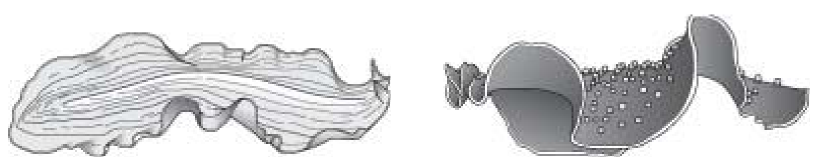
---

[1] يجب كمترجم أن أؤكد أن الحديث يظل عن فقاريات ولا فقاريات بدائية وربما بعض المفصليات أو أسلافها، فليس ثمة سمك مثلاً، ناهيك عن كائنات برية على الإطلاق.

تنقيبات عن اقتباسات خَلقية، حاولت البحث_كمقارنة_عن الفقرة التي تتلو مباشرةً الاقتباس الآنف أعلاه، في كتاب (صانع الساعات الأعمى): *"رغم ذلك، فإن علماء التطور من كل التوجهات يعتقدون أن هذا يمثل حقاً ثغرة كبيرة جداً في السجل الأحفوريّ"*، فحصلت على مجموع كليّ ٦٣ نتيجة، مقارنةً بـ١٢٥٠ نتيجة للجملة الأسبق. إن النسبة الخاصة بـ١٢٥٠ إلى ٦٣ هي ١٩,٨٪ (حوالي الخمس). ربما ندعو هذه النسبة بدليل أو مسرد المقارنة البحثية.

لقد ناقشتُ الانفجار الكامبريّ مطولاً، خاصةً في كتابي (تفكيك قوس قزح). هنا سأضيف نقطة واحدة جديدة، موضَّحة بالديدان المسطَّحة. هذه الشعبة الكبيرة من الديدان تتضمن الديدان المثقَّبة والديدان الشريطية الطفيلية، ذوات الخطورة الطبية الكبيرة. لكن المفضلة لدي هي الديدان المثيرة [لاضطراب المياه] turbellarian العائشة بحرية [دون حاجةٍ لعائل_م]، والتي يوجد منها أكثر من أربعة آلاف نوع: هذا حوالي نفس وفرة عدد كل أنواع الثدييات مجتمعةً معاً. بعض هذه المثيرات للماء هي كائنات ذوات جمال عظيم، كما تُظهِر الصورتان التاليتان. إنها شائعة، سواء في الماء أو على البر، ويُفترَض أنها قد كانت شائعة منذ زمن طويل جداً. لذلك، فستتوقع أن ترى تاريخاً أحفورياً ثرياً.

للأسف، فلا شيء تقريباً يوجد. فما عدا حفنة من متحجرات الآثار الغامضة، لم يُعثَر على متحجرة واحدة لدودة مسطحة_كدودة_ هي "في حالة متقدمة فعلاً من التطور"، منذ أول مرة ذاتها تظهر فيها لنا. إنها تبدو "كما لو كانت قد ازدُرِعَت هناك فحسب، بدون أي تاريخ تطوريّ"، لكن في هذه الحالة فإن "أول مرة ذاتها تظهر فيها لنا" ليست عصراً كامبرياً بل اليوم. هل ترى ماذا يعني هذا، أو على الأقل يجب أن يعني للخلقيين؟ يعتقد الخلقيون [*أتباع مذهب الخلق الكتابي_م*] أن الديدان المسطحة خُلِقت في نفس الأسبوع[1] ككل الكائنات الأخرى. بالتالي، فإن لديها نفس الزمن بالضبط للتحجر خلاله ككل الحيوانات الأخرى. خلال كل القرون بينما كانت الحيوانات العظمية أو الصدفية[2] تُودِع متحجراتِها بالآلاف، لابد أن الديدان المسطحة قد عاشت سعيدةً بجانبهم، لكن دون ترك أي أثر هام لوجودهم في الصخور. من ثم، فما المميز جداً بشأن الثغرات في السجل الحفريّ للحيوانات التي تتحجر فعلاً، مسلِّمين بأن التاريخ الماضي للديدان المسطحة يصل إلى فجوة كبيرة واحدة: مع أن الديدان المسطحة_وفقاً لرأي الخلقيين_قد عاشت لنفس المدة من الزمن؟ فإن كانت الفجوة قبل الانفجار الأحيائي الكامبري تُستعمَل كدليل على أن معظم الحيوانات انبثقت فجأة إلى الوجود في الحقبة الكامبرية، فإن نفس (المنطق) يجب أن يُستعمَل لإثبات أن الديدان المسطحة انبثقت إلى الوجود بالأمس. إلا أن هذا يناقض اعتقاد الخلقيين أن الديدان المسطحة خُلِقَت خلال نفس أسبوع الخلق ككل شيء آخر. لا يمكنك الجمع بين الشيئين. هذا البرهان يحطم بضربة واحدة تماماً الحجة الخلقية القائلة بأن الفجوة قبل الكامبرية في السجل الأحفوري تُضعِف الأدلةَ على التطور.



الديدان مثيرة المياه turbellarians لا سجل حفري لها، لكن لابد أنها قد كانت موجودة دوماً منذ أمد طويل

---
[1] الأصح هو: الستة أيام، حسب القصص في النصوص الدينية_م.
[2] الكائنات التي لها هيكل كلسي عموماً سواء خارجي (صدف) أو تكلسي كنجوم البحر، أو داخلي (هيكل عظمي)_م.

لماذا_حسب الرأي التطوري_هناك متحجرات قليلة للغاية قبل العصر الكامبري؟ حسناً، ألا يُفترض أنه أياً كانت العوامل المنطبقة على الديدان المسطحة خلال الزمن الجيولوجي حتى اليوم، هي ذاتها تنطبق على باقي مملكة الحيوان قبل الكامبرية؟ على الأرجح، فإن معظم الحيوانات قبلَ الكامبريّ كانت لينة الأجساد كالديدان المسطحة المعاصرة، على الأرجح صغيرة يقيناً كمثيرات المياه المعاصرة، ليست مادة جيدة للتحجر تماماً. ثم حدث شيء ما منذ نصف مليار عام ماضٍ مكَّنَ الحيوانات من التحجر بحرية، وهو نشوء الهياكل الصلبة المتعدِّنة، كمثال.

إن اسماً أقدم للـ"ثغرات" في السجل الحفري كان "الحلقة المفقودة". تمتعت هذه العبارة برواج في العصر الڤيكتوري المتأخر في بريطانيا، واستمر حتى القرن العشرين. مستوحىً من إساءة فهم لنظرية دارْوِن، لقد استُعمِلَت كشتيمة بنفس الطريقة تقريباً التي يُستعمَل بها (النيندرثال) اليوم، بصورة عامية غوغائية وظالمة. ضمن قائمة قاموس أوكسفورد الإنجليزي للاقتباسات المثلة اقتباس من عام ١٩٣٠م فيه يقول D. H. Lawrence tells عن امرأة كتبت له قائلة أن اسمه سيء السمعة [نتِن]، ومضت قائلةً: *"أنتَ، يا أيها المزيج من الحلقة المفقودة والشيمبانزي"*.

إن هذا المعنى الأصلي_وهو مضلل كما سأبرهن_يتضمن أن النظرية الدارْوِنية تفتقد رابطاً حيوانياً (هاماً) بين البشر والرئيسيات الأخرى. إن أحد الأمثلة التوضيحية الأخرى للقاموس_وهو ڤيكتوري العصر_يستعمله هكذا: *"لقد سمعتُ حديثاً عن حلقة مفقودة ما، بين البشر والقردة"*. إن منكري التاريخ_حتى العصر الحالي_مغرمون جداً بالقول_بأسلوبٍ يتخيلونه أسلوب توبيخ_: *"لكنك لا زلت لم تجد الحلقة المفقودة"*، وهم عادةً يلقون بالسخرية على تلفيق بشريّ Piltdown Man، كلمسةٍ نهائية. حقيقةً لا أحد يعلم من ارتكب خدعة بشري بيلتدَون[1]، لكن لديه الكثير ليُساءَل فيه. إن حقيقة كون أحد أوائل المرشحين كمتحجرة قرد بشريّ تُكتشَف اتضح أنها خدعة، قَدَّمَت مبرراً لمنكري التاريخ ليتجاهلوا المتحجرات العديدة جداً التي ليست احتيالات، ولا زالوا لم يتوقفوا عن النعيق بصددها. لو كانوا لينظروا فقط إلى الحقائق، لاكتشفوا سريعاً أننا الآن لدينا مَدَد غنيّ من متحجرات المتوسطات تربط البشر المعاصرين مع السلف المشترك الذي نتشاركه مع الشيمبانزيات[2]، على الجانب البشري من الانقسام أو الخط الفاصل. بمعنى أن_وعلى نحو مثير للاهتمام_ليس هناك حتى الآن بعد أية متحجرات تربط هذا السلف (الذي لم يكن شيمبانزي ولا إنسان) مع الشيمبانزيات المعاصرة. ربما لأن الشيمبانزيات تعيش في الغابات، والتي لا تقدم ظروف تحجر جيدة. لو كان أي كائن له اليوم الحق في الشكوى من حلقات مفقودة، فهو الشيمبانزيات وليس البشر.

هذا_إذن_أحد معاني "الحلقة المفقودة". إنه الثغرة المزعومة بين البشر وباقي مملكة الحيوانات. فالحلقة المفقودة بهذا المعنى_على سبيل القصر_لم تعد مفقودة. سأعود إلى هذه النقطة في الفصل القادم، والذي هو عن المتحجرات البشرية على وجه التخصيص.

---

[1] رأي الأغلبية يشتبه في عالم المتحجرات الهاوي Charles Dawson، لكن Stephen Jay Gould يروج على نحو مثير النظرية البديلة أنه قد يكون كان Pierre Teilhard de Chardin . لعلك تعرف اسمه على أنه اللاهوتي اليسوعي الذي حاز آخر كتاب له (ظاهرة الإنسان) أسوأ انتقاد مراجعة في كل العصور على يد منقطع النظير Peter Medawar.

[2] سبق واقترحت في ترجمتي لكتاب (لماذا النشوء والتطور حقيقة) ترجمة جمع الشيمبانزي إلى "شمابز" لأني كرهت استعمال جمع المؤنث لهذا الكائن، والذي يوحي بأنه غير عاقل وينتقص من قدره، أستعمل ضمير المؤنث في الجمع الأفعال بترجمتي ربما للزواحف والأسماك والطيور، وبعض الثدييات كالفئران، لكن يغلب ألا أستعمله للثدييات الراقية كالخراف والثيران والأحصنة والرئيسيات والدلافين والحيتان...إلخ_م

إن معنى آخر يتعلق بالندرة المزعومة لما يُسمى بـ"الأشكال الانتقالية" بين المجموعات الرئيسية: كمثال، بين الزواحف والطيور، أو الأسماك والبرمائيات. يقول الخلقيون: *" قدِّم أشكالك الوسيطة! "*. كثيراً ما يردّ علماء التطور على هذا التحدي من جانب منكري التاريخ بإلقامهم بعظام الأركيوبتركس [=الطائر البدائيّ]، "الحلقة الوسيطة" الشهيرة بين "الزواحف" والطيور. إن هذا غلط، كما سأبرهن. إن الأركيوبتركس ليس رداً على تحدي، لأنه ليس هناك تحدٍ أصلاً يستحق الرد. فتقديم متحجرة شهيرة مفردة مثل الأركيوبتركس أمر يتساهل مع المغالطة. ففي الحقيقة، بالنسبة إلى عدد كبير من المتحجرات، يمكن إيجاد حجة جيدة أن كل واحد منها هو حلقة وسيطة بين شيء وشيء آخر. فالتحدي المزعوم الذي يبدو أنه أُجيبَ عليه بالأركيوبتركس يقوم على مفهوم مهجور خارج الصلاحية التاريخية، والذي عُرِفَ بـ"سلسلة الوجود الكبيرة"، وهذا هو عنوان الموضوع الذي سأناقش تحت بنده هذه المسألة لاحقاً في هذا الفصل.

إن أسخف ما في مسألة كل تحديات "الحلقة المفقودة" هذه هو الشيئان التاليان (أو العديد منها، حيث مِثلهما الكثير من الأمثلة الأخرى). فأولاً، إن كان البشر جاؤوا من القرود من البرمائيات من السمك، فلماذا إذن لا يحتوي السجل الأحفوري "قرود ضفدعية"؟ لقد رأيت خلقياً إسلامياً يسأل بمشاكسة لماذا ليس هناك "بط تمساحيّ". وثانياً قول بعضهم: "سأعتقد في التطور عندما أرى قرداً يلد طفلاً بشرياً". هذه الأخيرة ترتكب نفس الغلط كالأخرى إضافة إلى الخطأ الإضافي في اعتقاد أن التغير التطوري الكبير يحدث أثناء ليلة سابقة فجأة.

وقد صادف أن اثنتين من هذه المغالطات يقفزان إلى جوار بعضهما في سجل التعليقات الطويل الذي تلا مقالاً في موقع (سانداي تايمز) اللندنية عن الوثائقي التليڤزيوني الذي قدمتُه عن دارْوِن (عبقرية دارْوِن):

"إن رأي دوكنز عن الدين سخيف، حيث أن التطور ليس سوى دين هو نفسه، فعليك أن تعتقد أننا كلنا جئنا من خلية واحدة...وأن حلزوناً يمكن أن يصبح قرداً إلخ...هاها، هذا أكثر دين مضحك حتى الآن".

Joyce, Warwickshire _ المملكة البريطانية المتحدة

"ينبغي أن يشرح دوكنز لماذا فشل العلم في العثور على الحلقات المفقودة، إن الإيمان بعلم لا أساس له هو كهراء خرافة قصص الجنيات أكثر من الإيمان بالله".

بوب_لاس ڤيجاس_الولايات المتحدة الأمِركية

سناقش هذا الفصل كل هذه المغالطات المترابطة، بدءاً من أسخفها كلها، حيث أن الإجابة عليها ستساهم كتمهيد للإجابة عن الأُخَر.

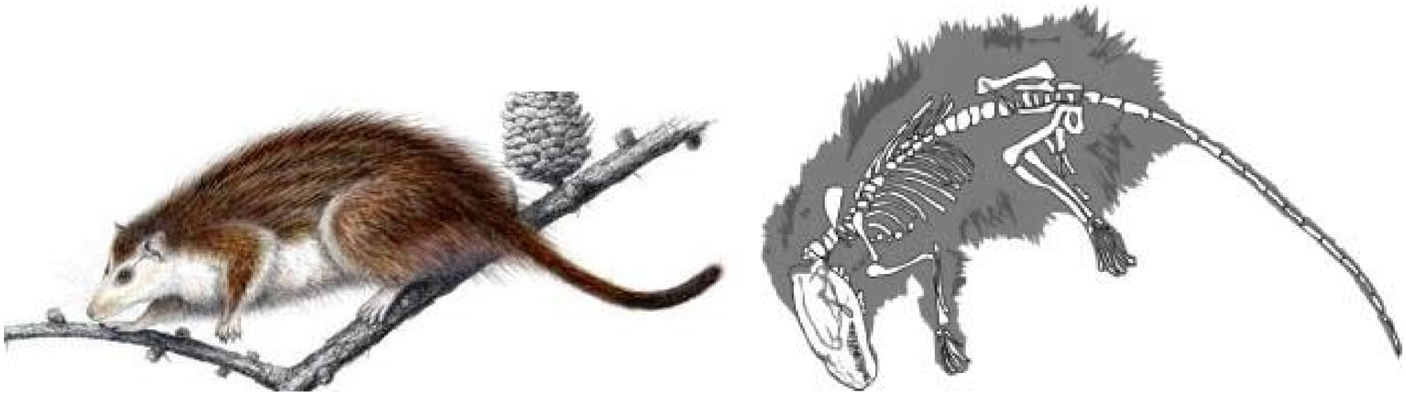
‘أرني "البط التمساحيّ" الخاص بك’

‘لماذا لا يحتوي السجل الأحفوري على "قردة ضفدعية"؟’ حسنٌ، بالتأكيد، فإن القرود ليست متحدرة من الضفادع، لا عالم تطور عاقل قال أنهم كذلك قط، ولا أن البط متحدر من التماسيح أو العكس. فالقرود والضفادع يتشاطرون سلفاً مشتركاً، والذي لم يَبدُ بالتأكيد كأي شيء مثل الضفدع ولا القرد. ربما بدا إلى حد ما مثل السمندر، ولدينا بالفعل متحجرات شبيهة بالسمندر تعود تأريخياً إلى الوقت المناسب. لكن هذا ليس جوهر الموضوع. إن كل واحد من ملايين أنواع الحيوانات يتشاطر سلفاً مع كل واحد آخر. فإن كان فهمك للتطور مضللاً للغاية بحيث تعتقد أننا ينبغي أن نتوقع العثور على متحجرات قردة ضفدعية أو بط تمساحي، فينبغي أيضاً أن نصير متهكمين بصدد غياب "أفراس النهر الكلبية" أو "الفيلة الشامبينزية". في الحقيقة، لماذا تقيد نفسك بالثدييات؟ لماذا ليس "كنغر صرصوريّ" أو "أخطبوط نمريّ"؟ إن هناك عدداً لانهائياً[1] من أسماء الحيوانات التي يمكنك دمجها سوياً بهذه الطريقة. بالتأكيد، لا تنحدر أفراس النهر من الكلاب، ولا العكس. لا تنحدر الشيمبانزيات من الفيلة ولا العكس، كما لا تنحدر القرود من الضفادع. لا يوجد نوع معاصر يتحدر من نوع معاصر آخر (إن استثنينا انقسامات حديثة جداً). كما يمكنك العثور على متحجرات تُقارِب السلفَ المشترك للضفادع والقرود، فكذلك يمكنك العثور على متحجرات تقارب السلف المشترك للأفيال والشيمبانزيات. هاكم واحداً يُدعَى *Eomaia*، والذي عاش في العصر الطباشيريّ المبكر، أي منذ أكثر بقليل من مئة مليون عام ماضٍ.

كما يمكنك أن ترى، الـ*Eomaia* كان ليس كشيء يشبه الشيمبانزيات ولا الفيلة. بدا على نحو غير دقيق مثل الزبَّاب shrew [*حيوان شبيه بالفأر طويل الأنف _م*]، لقد كان على الأرجح شبيهاً تماماً بسلفهم المشترك، والذي كان معاصراً له تقريباً، ويمكنك أن ترى أن الكثير من التغير التطوري قد حدث على طول الطريقين. من سلفٍ شبيه بالـ*Eomaia* إلى متحدرين فيلة، ومن نفس السلف الشبيه بالـ*Eomaia* إلى متحدرين شيمبانزيات. لكنه لم يكن بأي معنى "شيمبانزي فيلياً". فلو كان هناك شيء كهذا، لانبغى أيضاً أن يكون "كلباً–خروف بحر(يّ)"، لأن أياً ما كان السلف المشترك للشيمبانزيات والفيلة فهو أيضاً سلف مشترك للكلب وخروف البحر. ولانبغى أيضاً أن يكون "آكل نمر–فرس نهريّ"، لأن نفس السلف هو أيضاً السلف المشترك لآكل النمل وأفراس النهر. إن الفكرة نفسها عن "كلاب–خراف بحرية" أو غيرها غير تطورية وسخيفة بشدة. وكذلك القرود الضفدعية، وإنه لخزي أن مرتكب هذه الحماقة القميئة وهو الواعظ الأستراليّ المتجول جون ماكاي John Mackay، قد تجول في المدارس البريطانية في عامي ٢٠٠٨ و٢٠٠٩م، متظاهراً بأنه "عالم جيولوجي"، معلماً الأطفال الأبرياء أنه لو كان التطور صحيحاً لوجب أن يحتوي السجل الحفري على "قردة ضفدعية".




[1] أستعمل لا نهائيّ هنا بالمعنى البلاغي الشائع المساء استعماله أكثرَ الأحيان لتعبير جداً جداً. إن الرقم الحقيقي هو مجموع عدد اتحاد كل نوع مع كل آخَر، وهذا يقارب اللانهائية بما لا يصنع فارقاً عملياً.



Eomaia

إن مثالاً على نفس الدرجة من السخف نجده في كتاب المدافع الديني الإسلامي هارون يحيى، الضخم والمنتَج بسخاء والمزين بصور براقة والجاهل ببلاهة، كتاب (أطلس الخلق). لقد تكلف طبع هذا الكتاب ثروة بوضوح ليُنتَج، والأكثر إدهاشاً أنه قد وُزِّعَ مجاناً على عشرات الآلاف من مدرسي العلوم، بما فيهم أنا. وعلى الرغم من المبالغ المذهلة من المال المُنفَق على هذا الكتاب، فإن الأغلاط فيه صارت ملاحَظة على نحوٍ أسطوري. ولغرض توضيح بطلان قوله أن معظم المتحجرات القديمة غير قابلة للتمييز عن أشباهها المعاصرين، فإن هارون يحيى عرض ثعبان بحر على أنه سمكة أنقليس (نوعان مختلفان للغاية من الحيوانات لدرجة أن كلاً منهما يوجد في طائفة مختلفة من الفقاريات!)، ونجم بحر على أنه brittlestar نجم هش (في الحقيقة طائفتان مختلفتان من الشوكيات)، ودودة حلقية على أنها crinoid زنبق البحر أو شبه الزنبقيّ [*حيوان بحري بدائيّ من الشوكيات يشبه زهرة قائمة على عنقها_م*] (وهو من الشوكيات، كلاهما ليس فقط ينتمي إلى شعب مختلفة بل من ممالك ثانوية فرعية مختلفة [*أي الحبليات رتبة الديدان والشوكيات_م*]، لدرجة يصعب معها أن يكونا أبعد من ذلك عن بعضهما، بينما يظلان حيوانين)، وأفضل ما عرض فخ صيد سمك على أنه ذبابة caddis fly (انظر الصفحة الملونة٨).

لكن بالإضافة إلى هذه الدُرَر من الهزل المتحيز، فإن بالكتاب قسماً عن "الحلقات المفقودة". تُعرَض به إحدى الصور بجدية لتوضيح حقيقة أنه ليس هناك شكل وسيط بين السمك ونجم البحر! أجد أنه من المستحيل الاعتقاد بأن المؤلف يعتقد حقاً أن علماء التطور سيتوقعون العثور على كائن انتقالي بين نوعين مختلفين للغاية من الحيوانات كنجم البحر والسمك. لذا لا أستطيع أن أحجم عن الشك في أنه يعرف جمهوره تمام المعرفة، وإنه يستغل جهلهم بتعمد وسخرية.

سأعتقد بالتطور عندما يلد قردٌ طفلاً بشرياً

مرة أخرى، نقول: البشر لا يتحدرون من القرود، نحن نتشارك سلفاً مشتركاً مع القرود. وكما يصادف فإن السلف المشترك بدا أكثر شبهاً بكثير إلى قرد من إلى إنسان، وعلى الأرجح كنا سندعوه حقيقةً قرداً لو رأيناه، منذ ٢٥ مليون سنة ماضية. لكن رغم أن البشر تطوروا من سلف كنا سيمكننا أن ندعوه على نحو معقول قرداً، فلا حيوان يلد نوعاً جديداً فورياً، أو على الأقل يلد كائناً مختلفاً للغاية عن نفسه مثل اختلاف الإنسان عن القرد، أو حتى عن الشيمبانزي. هذا ليس ما تتحدث عنه نظرية التطور. إن التطور ليس فقط عملية تدريجية كمسألة حقيقة، بل أنها ينبغي أن تكون تدريجية إن كانت ستقوم بأي دور تفسيريّ. إن القفزات الكبيرة في جيل واحد_وهو ما كان سيكون عليه الحال في افتراض إنجاب قرد لبشر_غير مرجّحة بنفس درجة الخلق الإلهيّ تقريباً، ومُستبعَدة لنفس السبب:

استحالة إحصائية كبيرة للغاية. كان سيكون لطيفاً لو أن من يعارضون التطور تجشموا القليل من العناء في تعلم أبسط مجرد مبادئ كنه ما يعارضونه

الإرث الضارّ لفكرة سلسلة الوجود الكبيرة

تشكل أساس معظم المطالَبات المغالِطة بال"حلقات المفقودة" أسطورة من القرون الوسطى، والتي شغلت عقول الرجال حتى عصر دارْوِن وشوّشتها على نحوٍ مُزمِن بعد ذلك. ألا وهي أسطورة سلسلة الوجود الكبيرة، طبقاً لها كل شيء في الكون موضوع على سلم، الله على قمته، ثم رؤساء الملائكة، ثم الطبقات العديدة للملائكة، ثم البشر، ثم الحيوانات، ثم النباتات، ثم نزولاً إلى الصخور وكائنات غير حية (جمادات) أخرى.مسلِّمين بأن هذا يعود إلى عصر كانت فيه العنصرية سائدة، فبالكاد أحتاج أن أضيف أن البشر لم يوضعوا كلهم في نفس الدرجة. أوه كلا. وبالتأكيد كان الذكور درجة قوية فوق الإناث من نوعهم، ولذلك السبب سمحت لنفسي بالبدء بجملة "شغلت عقول الرجال" في الفقرة الافتتاحية لهذا الجزء. لكنه كان التراتب المزعوم داخل المملكة الحيوانية الذي كان له القدرة الأكبر على تعكير المياه عندما برزت نظرية التطور على المشهد. لقد بدا طبيعياً أن نفترض أن الحيوانات "الدنيا" تطورت إلى الحيوانات "العليا". وإن كان الأمر كذلك، فينبغي أن نتوقع رؤية "حلقات"[1] بينهم، على طول الطريق صعوداً ونزولاً على السلم. إن سلماً ذا درجات مفقودة كثيرة يفتقد الإقناع. إن هذا التصور لسلم ناقص الدرجات هو ما يقبع خلف الكثير من التشكك بشأن "الحلقات المفقودة". لكن كل أسطورة السلم مسيئة الفهم وغير تطورية بعمق، كما سأُظهِر الآن. تتلعثم ألسنتنا على نحو عفويّ بالعبارات "حيوانات عليا" و"حيوانات سفلى" بحيث ترِد كصدمة لندرك أنهم_بعيداً عن إحداث شقب صغير غير مقصود في الفهم التطوري كما قد يتصور المرء_ فإنهم كانوا ولا زالوا متناقضين بعمق معها. [*فهم يقولون:*] "نعتقد أننا نعلم أن الشيمبانزيات حيوانات أعلى وديدان الأرض حيوانات أدنى، نعتقد أننا قد عرفنا دوماً ما يعنيه ذلك، ونعتقد أن التطور يجعله أكثر وضوحاً". لكن التطور لا يقوم بذلك، ولا يبدو واضحاً بأي سبيل أن ما يقولونه يعني أي شيء على الإطلاق. أو لو عنى أي شيء، فهو يعني أشياء عديدة مختلفة بوصفها مضللة وحتى ضارة.

هنا قائمة تقريباً للأشياء المشوشة بوضوح، التي قد تعنيها عندما تقول_كمثال_أن قرداً "أعلى" من دودة أرض.

١-"القرود تطورت من ديدان الأرض". هذا خطأٌ، تماماً مثلما هو خطأ أن البشر تطوروا من قرود أو شيمبانزي. إن القرود وديدان الأرض يتشاركون سلفاً مشتركاً.

٢-"إن السلف المشترك للقرود وديدان الأرض كان أكثر شبهاً بدودة أرض من الشبه بقرد". حسناً، ذلك أكثر منطقيةً إمكانياً. يمكنك حتى أن تستعمل كلمة "بدائيّ" بأسلوب شبه دقيق، لو عرَّفتُه كـ"أسلاف مشابهة صحيح بوضوح أن بعض الحيوانات المعاصرة أكثر بدائية بهذا المعنى من الآخرين. ما يعنيه هذا بالضبط_إن فكرتَ في هذا_هو أن الأكثر بدائيةً من زوج من الأنواع قد تطور أقل منذ

---

[1] بترجمة عربية أخرى: وصلات أو روابط_م

السلف المشترك (كل الأنواع_بلا استثناء_تتشارك سلفاً مشتركاً لو عدتَ زمنياً إلى الخلف بدرجة كافية). إن لم يكن أي من النوعين قد تغير دramياً أكثر من الآخر، فإن كلمة "بدائيّ" لا ينبغي أن تُستعمَل في مقارنتهما.

يستحق الأمر التوقف هنا لتوضيح نقطة ذات علاقة. يصعب قياس درجات التشابه. ولا يوجد في أي حالة سبب ضروري لكون السلف المشترك لحيوانين معاصرين ينبغي أن يكون أكثر شبهاً بواحدٍ من الآخر. فلو أنك تناولت حيوانين_مثلاً الرنجة والحبَّار_فمن المحتمل أن يكون أحدهما يشابه السلف المشترك أكثر من الآخر، لكن لا ينتج عن ذلك أن هذا ينبغي أن يكون عليه الأمر. لقد كان هناك كمية متساوية بالضبط من الزمن لكليهما ليختلفا من السلف المشترك، لذا فقد يكون الافتراض المسبق لعالِم التطور_لو كان هناك أي افتراض_أن لا حيوان معاصر ينبغي أن يكون أكثر بدائية من أي آخر. قد نتوقع أن كليهما قد تغير بنفس المدى، لكن في اتجاهات مختلفة، منذ زمن السلف المشترك. هذا التوقع_كما يصادف_كثيراً ما يُنتهَك (كما في حالة القرد ودودة الأرض)، لكن لا يوجد سبب ضروري لأن نتوقع ذلك. علاوة على هذا، فإن المناحي المختلفة من الحيوانات لا ينبغي أن تتطور بنفس المعدل. قد يكون حيوانٌ بدائياً فيما تحت الخصر (الوسط) لكنه متطور بدرجة عالية فيما فوقه. وبمثال أقل طرافة، فإن أحدهما قد يكون أكثر بدائية في نظامه العصبيّ، بينما الآخر أكثر بدائية في هيكله العظميّ. مع ملاحظةٍ بوجه خاص أن "بدائيّ" بمعنى "مشابه للأسلاف" لا ينبغي خلطه مع كلمة "أبسط" بمعنى "أقل تعقيداً". فإن قدم الحصان أبسط من قدم الإنسان (لها إصبع واحد بدلاً من خمسة، على سبيل المثال)، لكن قدم الإنسان أكثر بدائية (إن السلف الذي نتشاركه مع الأحصنة كان له خمس أصابع_كما لدينا_لذا فإن الحصان قد تغير أكثر). هذا يقودنا إلى البند التالي في قائمتنا:

٣–"القرود أذكى (أو أحسن أو لديهم جينومات. أكبر أو تخطيطات جسدية أعقد...إلخ) من ديدان الأرض" هذا النوع من الترفع الحيواني يكُون فوضى عندما نشرع في محاولة تطبيقه علمياً. إني أشير إلى هذا فقط لأنه يتشوش بسهولة مع معانٍ أخرى، وأفضل طريقة لحل التشوش هو كشفه. فيمكنك تصور عدد كبير من المقاييس التي يمكنك أن ترتب بها الحيوانات في درجات، ليس فقط الأربعة مقاييس التي أشرت إليها آنفاً. فالحيوانات التي ستوضع في أعلى أحد هذه السلالم قد تكون أو لا تكون عالية في آخر. إن الثدييات بالتأكيد لها أمخاخ أكبر من السمندرات، لكن جينوماتها أصغر مما لدى بعض السمندرات.[1]

٤–"القرود تشابه البشر أكثر مما تفعل ديدان الأرض". هذا لا يُنكَر بالنسبة للمثال الخاص بالقرود وديدان الأرض. لكن ماذا إذن؟ لماذا ينبغي أن نختار البشر كمعيار نحكم بالمقارنة به على كل الكائنات المتعضية الأخرى؟ إن دودة عَلَق ساخطة ربما كانت لتشير إلى أن ديدان الأرض لها المنقبة العظيمة لكونها أكثر شبهاً بالعلق من البشر. بالرغم من ترتيب سلسلة الوجود الكبيرة التقليدي للبشر بين الحيوانات والملائكة، فلا يوجد مبرر تطوري للافتراض الشائع بأن التطور بطريقةٍ ما "قَصَد" باتجاه البشر، أو أن البشر هم "الكلمة الأخيرة للتطور". إنه لملاحَظ كم ينشر هذا الافتراض المتخايل نفسَه على نحو شائع. إنك تقابله_بشكله الأكثر صراحة_في سؤال المتشكي الموجود دوماً: "لو تطور الشيمبانزيات إلينا، فكيف يتأتّى أنه لا تزال هناك شيمبانزيات؟" لقد أشرتُ إلى هذه النقطة من قبل،

[1] ومثال آخر فإن الحشرات تتكاثر على نحو أفضل وأقوى بكثير من كل الثدييات والزواحف والطيور والأسماك_م

وأنا لا أمزح. فقد قابلت هذا السؤال مراراً وتكراراً وتكراراً، في بعض الأحيان من أناسٍ حسني التعلم[١].

٥-"القرود (وبعض الحيوانات "العليا" الأخرى أفضل في البقاء أحياء من دود الأرض (وبعض الحيوانات "السفلى" الأخرى" هذا لا يكاد يكون حتى معقولاً، أو حتى صحيحاً. كل الأنواع الحية قد بقيت حية على الأقل حتى الزمن الحاضر. إن بعض القرود_كقرد التامارين الذهبيّ الفاتن[٢]_عرضة لخطر الانقراض. إنهم أقل جودة في البقاء أحياء مما يفعل دود الأرض. إن الفئران والصراصير تزدهر، رغم كونها تعتبر من جانب الكثير من الناس "أدنى" من الجوريلات وإنسان الغابة الأورانجأوتان، واللذين هما قريبان من الانقراض على نحو خطر.

آمل أن أكون قد قلت ما يكفي لإظهار ما اللامنطق [الهراء] في ترتيب الأنواع المعاصرة على سلم، كما لو كان واضحاً ما تقصده بـ"أعلى" و"أسفل"، وإظهار كم أنها غير تطورية تماماً. فيمكنك تصور الكثير والكثير من السلالم، ربما سيبدو معقولاً أحياناً ترتيب الحيوانات على الأقل في بعض السلالم بشكل منفصل، لكن السلالم ليست مترابطة تبادلياً جيداً أحدها مع الآخر، ولا واحد منها لديه أي أحقية في أن يُدعى "مقياساً تطورياً". لقد رأينا الإغراء التاريخي لارتكاب الأغلاط الجلفاء [غير المتقنة] مثل السؤال: "لماذا ليس هناك أية قردة ضفدعية؟" إلا أن الإرث الضار لمفهوم تسلسل الوجود الكبير يغذّي تحدي السؤال: "أين الأشكال المتوسطة بين المجموعات الرئيسية للحيوانات؟". وتقريباً بنفس درجة عدم المصداقية، يشكّل هذا المفهوم أساس ميل علماء التطور للإجابة على تحدٍ كهذا بالهرولة مراراً إلى متحجرات معينة، مثل الأركيوبتركس[٣]، "المتوسط" الشهير "بين الزواحف والطيور". رغم ذلك، فإن شيئاً آخر يجري تحت مغالطة الأركيوبتركس، وهو ذو أهمية عامة، لذا سوف أخصص له فقرتين، مستخدماً الأركيوبتركس كمثالٍ خاص على مسألة عامة.

يقسّم علماء الحيوان تقليدياً الفقاريات إلى أصناف: تقسيمات رئيسية ذات أسماء مثل الثدييات والطيور والزواحف والبرمائيات. يصر بعض علماء الحيوان_ويُعرَفون بالـcladists[4] (المغصِّنين أو أتباع نظام تصنيف الأغصان) أن الصنف الصحيح يجب أن يحتوي كل الحيوانات التي تتشارك سلفاً مشتركاً والذي ينتمي إلى ذلك الصنف وليس له متحدرون خارج تلك المجموعة. ستكون الطيور مثالاً للصنف السليم[٥]. فكل الطيور تتحدر من سلف وحيد والذي سيُدعَى أيضاً طائراً وسيتشارك مع الطيور الحديثة السمات الرئيسية كالريش والجناحين والمنقار...إلخ. على جانب آخر فإن الحيوانات المعروفة على نحو شائع بالزواحف ليست تصنيفاً سليماً بهذا المعنى. هذا _على الأقل في التصنيفات التقليدية_فإن الفئة تستبعد بوضوح الطيور (تشكل تصنيفها الخاص) وحتى بعض "الزواحف" كما تُعرَف تقليدياً (مثل التماسيح والديناصورات) هي أقارب أقرب إلى الطيور عما هم إلى "الزواحف" الأخرى (مثل السحالي

---

[1] وهو ما يذكرني بملاحظة Peter Medawar اللاذعة بمكر أن "انتشار التعليم الثانوي وذي الدرجة الثالثة حديثاً قد كوَّن قطاعاً سكانياً كبيراً من الشعب، عادةً ذوي ذوق أدبي وعلمي متطور، الذين قد عُلِّموا أكثر بكثير من قدرتهم على القيام بالتفكير التحليليّ". أليس هذا سخيفاً؟ هذا نوع الكتابات الذي يجعلني أريد الاندفاع إلى الشارع لمشاركة شخص_العلم، لأن من البخل والسيء إبقاءك العلم حكراً عليكَ.

[2] tamarin قرد جنوب أمِركيّ صغير طويل الذنب ساكن للأشجار.

[3] *Archaeopteryx* يعني اسمه حرفياً باللاتينية "الجناح العتيق"، لكن نوعه ليس المثال الوحيد لأنواع تجمع بين صفات الزواحف والطيور_م

[4] من مصطلح أي غصن أو فرع، والذي يعني مجموعة من المتعضيات يُعتقَد أنها تشكِّل كل المتحدرين التطوريين لسلف مشترك. ويمكن ترجمتها بأنصار التصنيف التطوريّ.

[5] على الأقل وفقاً لإجماع علماء الحيوان، وسأستمر في استعمال الطيور_لأجل البرهان_كمثال على تصنيف سليم. إن الأبحاث الحديثة على المتحجرات تُظهر عدداً من الديناصورات المُرَيَّشة، وهذا يسمح لشخص ما أن يدعي أن بعض الحيوانات المعاصرة التي التي ندعوها طيوراً يتحدر من مجموعة مختلفة من الديناصورات المريشة دون الأخرى. إن اتضح أن أحدث سلف معاصر لكل الطيور الحديثة حيوان لن يُصنّف كطائر، فسوف أعدل تصريحي بأن الطيور تُشكّل تصنيفاً سليماً.

والسلاحف). في الحقيقة، فإن بعض الديناصورات أقارب أقرب إلى الطيور عما هم إلى ديناصورات أخرى. إذن، فإن "الزواحف" تصنيف اصطناعيّ لأن الطيور مستبعدة اصطناعياً. بتعبير مباشر، إن كنا سنجعل الزواحف تصنيفاً طبيعياً حقاً، فينبغي أن نضمِّنها الطيور كزواحف. يتجنب علماء الحيوان المقتنعون بالتصنيف التطوري كلمة "زواحف" كلياً، مقسِّمين إياها إلى كلٍ من الزواحف الحاكمة Archosaurs (الديناصورات، والديناصورات الشبيهة بالطيور، والطيور، والتماسيح)، والزواحف ذوات الحراشف Lepidosaurs (الثعابين، والسحالي، والـSphenodon أو *tuatara* النادر الذي يعيش في نيوزيلاند)، والزواحف المُدرَّعة Testudines (السلاحف والترس أي السلاحف البحرية). أما علماء الحيوان غير المقتنعين بالتصنيف التشعيبي التطوري فسعداءُ مكتفين باستعمال كلمةً كـ"الزواحف"، لأنهم يجدونها مفيدة توصيفياً، حتى لو كانت تستبعد اصطناعياً الطيور.

لكن ماذا عن الطيور التي تغرينا على عزلها عن الزواحف؟ ما الذي يبدو أنه يبرر منح الطيور وسام لقب (صنف)، بينما هي_من الناحية التطورية_مجرد فرع واحد ضمن الزواحف؟ إنها حقيقةُ كونِ الزواحف المحيطة، الجيران القريبين للطيور على شجرة الحياة يصادف أنها انقرضت، بينما الطيور_منفردة من بين نوعها_مضت قدماً. إن أقرب الأقرباء إلى الطيور توجد كلها ضمن ديناصورات منقرضة منذ زمن بعيد. فلو كان التنوع الواسع من خطوط تحدر الديناصورات قد بقيت حية، لما برزت الطيور، ولما كانت رُفِعَت إلى منزلة تصنيفها الخاص من الفقاريات، ولما تساءلنا أي أسئلة مثل: "أين الحلقات المفقودة بين الزواحف والطيور؟" لكان الأركيوبرتكس سيظل متحجرة جيدة لامتلاكها في المتحف، لكنها لم تكن لتلعب دورها النجوميّ الحاليّ كإجابة أساسية لما نراه الآن كتحدٍ فارغ: قولهم "قدِّم كائناتك الوسيطة". فإن كانت حظوظ الانقراض قد حدثت بشكل مختلف، ولكان هناك فقط الكثير من الديناصورات تسعى هنا وهناك، تتضمن بعض الديناصورات المريشة الطائرة ذوات المناقير تُدعى الطيور. وبالفعل، فإن الديناصورات المريشة المتحجرة تُكتشَف في العصر الحاليّ بتزايد، لذا يصير واضحاً بقوة إنه ليس هناك حقاً تحدٍ كبير بعنوان "قدِّم حلقتك المفقودة" يكون الأركيوبتركس هو الإجابة عليه.

لنواصل الآن مع عرض بعض النماذج الانتقالية الرئيسية في التطور، والتي زُعِمَت "الحلقات" فيها على أنها "مفقودة".

صعوداً من البحر

ما خلا الطيران في الفراغ، فمن الصعب تخيل خطوة أجرأ وأكثر تغييراً للحياة من مغادرة الماء إلى البر الجاف. إن نطاقي الحياة مختلفان في الكثير جداً من النواحي لدرجة أن التحرك من واحد إلى الآخر سيتطلب تحولاً جذرياً في كل أجزاء الجسد تقريباً. إن الخياشيم الجيدة في استخراج الأكسجين في الماء ليست سوى عديمة الجدوى في الهواء، والرئتان عديمتا الجدوى في الماء. أنظمة التسيير السريعة والرشيقة وذات الفاعلية في الماء تكون غير ملائمة على البر على نحو خطر، والعكس صحيح. فلا عجب أن جملة (سمكة خارج الماء) و(كرجل غارق) أصبحتا كلاهما جملاً مضرب الأمثال. ولا عجب أن "الحلقات المفقودة" المزعومة في هذه المنطقة من السجل الحفري لها أكثر من الاهتمام العاديّ.

لو عدتَ إلى الوراء زمنياً على نحو بعيد بدرجة كافية، فقد عاش كل شيء في البحر، الأم السخية لكل أشكال الحياة. عند نقاط عديدة من التاريخ التطوري، خرج أفراد مغامرون من مجموعات عديدة مختلفة من الحيوانات إلى البر، أحياناً آخر المآل إلى أكثر الصحارى جفافاً، آخذين معهم ماءهم البحريّ الخاص بهم في الدم والسوائل الخلوية. بالإضافة إلى رباعيات الأقدام والحشرات التي نراها كلها حولنا، فإن مجموعات أخرى نجحت في القيام بالهجرة العظيمة خارج رحم الحياة المائيّ تتضمن العقارب، والحلزونات، والقشريات كقمل الخشب والسلطعونات البرية، وألفيات الأرجل وذوات الأربع وأربعين [كثيرات الأرجل] والعناكب وأنسباءها، وثلاث شُعَب على الأقل من الديدان. ويجب ألا ننسى النباتات المتسببة في جود الكربون الصالح للاستعمال، فدون غزوها السابق للبر لما أمكن لأي من الهجرات الأخرى أن يحدث.

لحسن الحظ، فإن المراحل الانتقالية لخروجنا_كسمكٍ يبزغ على البر_موثّقة على نحو رائع في السجل الحفري، وكذلك المراحل الانتقالية الذاهبة في الاتجاه المعاكس لاحقاً، حينما هجرت "أسلاف الحيتان والأُطُم موطنها المكتسب بمشقة على البر الجاف وعادت لبحارها السلفية. في كلا الحالتين، فإن الحلقات التي كانت قديماً مفقودة أصبحت في العصر الحالي تعج بها وتتشرف متاحفنا.

عندما نقول أن "السمك" برز على البر، فإن علينا أن نتذكر أن "السمك"_كـ"الزواحف"_لا يؤلف مجموعة طبيعية. فالسمك يُعرَّف بالاستبعاد. فالسمك هو كل الفقاريات عدا التي خرجت إلى البر. لأن كل التطور المبكر للفقاريات حدث في الماء، فليس مفاجئاً أن معظم الفروع الباقية حية من شجرة الفقاريات لا تزال في الماء. ولا نزال ندعوها "سمكاً" حتى عندما تكون ذات علاقة بعيدة بالـ"سمك" الآخر. فالتروت [سمك السلمون المرقط_م] والتونة أقارب أقرب إلى البشر مما هم إلى القروش، لكننا ندعوها كلها "سمكاً". والسمك الرئوي وذات الشوك الأجوف coelacanths[1] هي أقارب أقرب إلى البشر مما هي إلى السلمون المرقط والتونة (وبالتأكيد القروش). لكن _مجدداً_ندعوها "سمكاً". وحتى القروش أقارب أقرب إلى البشر مما هي إلى الجريِّث (سمك هاج أو الشيطانة) والجَلَكَى lampreys and hagfish (الناجين المعاصرين الوحيدين لمجموعة الأسماك عديمة الفك التي كانت قديماً مزدهرة ومتنوعة)، لكن مجدداً، فنحن ندعوها كلها سمكاً. إن الفقاريات التي لم "يغامر"[2] أسلافها بالصعود إلى البر تبدو كـ"سمكة"، كلها تسبح كسمكة (بخلاف الدلافين، التي تسبح بتوجيه العمود الفقري إلى أعلى وأسفل بدلاً عن من جانبٍ إلى آخر كالسمك لأصلها الثديي)، وكلهم_أنا أظن_لهم طعم كسمكة.

من وجهة نظر عالِم التطور_كما قد رأينا للتو في مثال الزواحف والطيور_فإن مجموعة (طبيعية) من الحيوانات هي مجموعة كل أعضائها أقارب لصيقون أحدهم إلى الآخر مما هم إلى كل غير الأعضاء في المجموعة. فالطيور_كما قد رأينا_مجموعة طبيعية، حيث أنها تتشارك سلفاً مشتركاً أكثر حداثة لا يتشاركه أي غير طير. بنفس التعريف، فإن "السمك" و"الزواحف" ليستا مجموعتين طبيعيتين. فالسلف المشترك الأكثر حداثة لكل "السمك" يتشاركه أيضاً الكثير من غير الأسماك. فإن نحينا جانباً أقاربنا البعيدين القروش، فنحن الثدييات ننتمي إلى مجموعة طبيعية تتضمن كل الأسماك العظمية المعاصرة (عظمية كنقيض للقروش الغضروفية). وإن نحينا بعد ذلك جانباً كل "الأسماك شعاعية الزعانف" العظمية (كالسلمون والتروت والتونة والسمك الملائكي، أي تقريباً كل الأسماك التي لن تراها على الأرجح كقروش)، فإن المجموعة الطبيعية التي ننتمي لها تتضمن كل الفقاريات البرية إضافة إلى ما يُسمّى بالأسماك

---

[1] سمك كبير، كان يُعرف فقط من المتحجرات ويحسب أنه منقرض، حتى عُثر عليه حياً في البحار في العصر الحديث كحيوان نادر.
[2] هذا تعبير مجازي تبسيطي، الأدق أنها لم تتعرض لظروف تنتخب طفرات تسمح بالحياة على البر أو لعدم ظهور تلك الطفرات ببعضها.

مُفصَّصة الزعانف. فقد نشأنا من بين صفوف الأسماك مفصصة الزعانف، ويجب أن نعطي انتباهاً خاصاً الآن إلى الزعانف المفصصة [أي ذات الفصوص_م]

لقد تقلصت في العصر الراهن مجموعة مفصصة الزعانف إلى السمك الرئويّ والسمك مجوف الشوك coelacanths (بمعنى "تقلصت" كـ"سمك"، لكنها توسعت بقوة على البر: فنحن الفقاريات البرية أسماك رئوية شاذة). إنها (مفصصة الزعانف) لأن زعانفها أشبه بالأرجل أكثر من الزعانف الشعاعية للأسماك المألوفة. في الواقع، فإن "رباعيات الأرجل العتيقة" كان عنوان الكتاب الرائج عن الـ coelacanths الذي كتبه J. L. B. Smith عالم الأحياء الجنوب إفريقي الأكثر مسئولية عن لفت انتباه العالَم إليها بعد اكتشاف أول واحدة حية على نحوٍ درامي في عام ١٩٣٨م في صيد سفينة صيد بالشباك جنوب إفريقية، كتب: *"لم أكن سأكون أكثر اندهاشاً لو كنتُ قد رأيتُ ديناصوراً يمشي في الشارع"*. لقد عُرِفت مجوفة الشوك من قبلُ كمتحجرات، لكن كان يُعتقَد أنها منقرضة منذ عهد الديناصورات. كتب سميث على نحو مثير للمشاعر عن لحظة إلقائه النظرة الأولى على هذا الاكتشاف المذهل، والذي لأجله استُدعِيَ لاجتماع من قِبَل مكتشفته Margaret Latimer (سماه لاحقاً *Latimeria*)، لتقديم رأيه الخبير:

"ذهبنا مباشرةً إلى المتحف. كانت الآنسة لاتيمار خارجاً الآن، أرشدنا الأمين إلى الحجرة الداخلية وكان هناك سمكة coelacanth، نعم، رباه! ورغم أني كنت قد جئت مستعداً، فقد ضربتني هذه النظرة الأولى كانفجار شديد الحرارة أبيض النار وجعلتني أشعر بأني مرتعش ومصاب بالدوار، خفق جسدي. وقفتُ كالمحكوم عليه بالرجم. نعم، لم يكن هناك ظل من الشك، فقشرةً قشرة، عظمة عظمة، زعنفة زعنفة، لقد كانت coelacanth [مجوفة الأشواك_م] حقيقية. لقد كانت كأحد تلك الكائنات منذ ٢٠٠ مليون سنة ماضية تعود إلى الحياة مجدداً. نسيت كل شيء آخر ونظرت ونظرت فحسب، ثم بوجل تقريباً اقتربت ولستها ومسَّدت عليها، بينما تابَعتْ زوجتي في صمت. دخلت علينا الآنسة لاتيمار وحيتنا بحرارة. بعدها فقط عاد الكلام لي، لقد نسيت الكلام بالضبط، لكنه كان لإخبارهم أنها حقيقية، حقيقية حقاً، إنها بلا ريب coelacanth. لا يمكنني حتى أن أشك من بعدُ."

coelacanths [*الأسماك مجوفة الشوك*_م] أقارب أقرب لنا أكثر مما هي لمعظم السمك. لقد تغيرت إلى حد ما منذ زمن سلفنا المشترك، لكن ليس بدرجة كافية لإخراجها من فئة الحيوانات التي ستُصنَّف_لدى العامة وصائدي السمك_كسمك. لكنها هي والأسماك الرئوية بلا ريب أقارب أقرب لنا مما هي للتروت والسلمون المرقط والتونة ومعظم السمك. إن coelacanths والأسماك الرئوية أمثلة للـ"حفريات الحية".

مع ذلك، فنحن لسنا متحدرين من الأسماك الرئوية، ولا من الـcoelacanths. إننا نتشارك سلفاً مع الأسماك الرئوية، والذي بدا أكثر شبهاً بسمكة رئوية عنا. لكنه لم يبدُ مشابهاً كثيراً لأيٍ من الاثنين. ربما تكون الأسماك الرئوية حفريات حية، لكنها تظل ليست شبيهة جداً بأسلافنا. فبحثاً عن أولئك، يجب بدلاً من هذا أن ننقِّب عن حفريات حقيقية في الصخور. ونحن مهتمون بالأخص بالمتحجرات من الحقبة الديڤونية التي سجَّلَت الانتقال من السمك العائش في الماء إلى أول فقاريات تعيش على البر. وحتى بين المتحجرات الحقيقية، سنكون متفائلين أكثر من اللازم لو أَمِلْنا أن نعثر حرفياً على أسلافنا. رغم ذلك، يمكننا أن نأمل أن نجد أقارب أسلافنا القريبين على نحوٍ كافٍ لإعلامنا ماذا كانوا يشبهون تقريباً.

إحدى أشهر الثغرات في السجل الحفريّ_والتي كانت واضحة بدرجة كافية لتُعطى اسم ثغرة رومر Romer's Gap (على اسم A. S. Romer الذي كان عالم حفريات أمِركي شهير)_تمتد من حوالي ٣٦٠ مليون سنة ماضية عند نهاية الحقبة الديڤونية، إلى حوالي ٣٤٠ مليون سنة ماضية في الجزء المبكر من الحقبة الكربونية (طبقات الفحم الحجري). بعد فترة ثغرة رومر، نجد برمائيات لا لبس فيها تزحف خلال المستنقعات، تشعباً ثرياً لحيوانات شبيهة بالسمندر، بعضها كبير بحجم التماسيح، والتي شابهتها ظاهرياً. يبدو أنه كان عصر العمالقة، إذ كان هناك يعاسيب [*حشرات أبو مغزل أو الطيّار*_م] ذات جناح بطول ذراعي، أكبر الحشرات التي عاشت على الإطلاق[١]. وبدءً من حوالي ٣٤٠ مليون سنة ماضية، ربما يمكننا تقريباً أن نسمي الحقبة الكربونية بالمكافئ البرمائي لعصر الديناصورات، لكن مع ذلك، فقبل ذلك كانت ثغرة رومر. وقبل ثغرة رومر [زمنياً_م]، أمكن لرومر رؤية متحجرات أسماك، وأسماك مفصصة الزعانف، تعيش في الماء فقط. فأين كانت الكائنات الوسيطة، وما الذي قادها إلى المغامرة بالخرج على البر؟

لقد ألهبت خيالي الجامعي في أوكسفورد محاضرات Harold Pusey واسع المعرفة على نحو استثنائي، والذي_رغم أدائه الجاف المطول_كان لديه موهبة رؤية ما وراء متحجرات العظام الجافة بحيث يتصور الحيوانات ذوات اللحم والدم التي كان عليها أن تسعى للمعيشة في عوالم ماضية[٢]. كان استحضاره لما قاد بعضَ الأسماك مفصصة الزعانف لتطوير رئات وأرجل_والذي استمده من رومر نفسه_ ذا معنى منطقيّ مُتذكَّر في أذنيَّ كطالب، ولا يزال منطقياً لي رغم أنه صار أقل عصرية بين علماء المتحجرات المعاصرين عما كان عليه في زمن رومر. لقد تصور رومر _وهارولد_مواسم جفاف تجف خلالها البحيرات والبرك والجداول، لتفيض في النهاية مجدداً في العام التالي. يمكن أن تستفيد الأسماك التي جعلت حياتها في الماء من القدرة المؤقتة على البقاء حية على البر، بينما تسحب نفسها من البحيرة أو البركة الضحلة التي كانت مهددة بالتجفيف الوشيك إلى أخرى أعمق يمكنها البقاء حية فيها حتى الفصل الرطب القادم. وفقاً لهذه الوجهة من النظر، لم يَظهر أسلافنا على البر الجاف كثيراً بقدر ما استعملوه كجسر مؤقت للنجاة مجدداً في المياه. إن الكثير من الحيوانات المعاصرة تقوم بنفس الأمر.

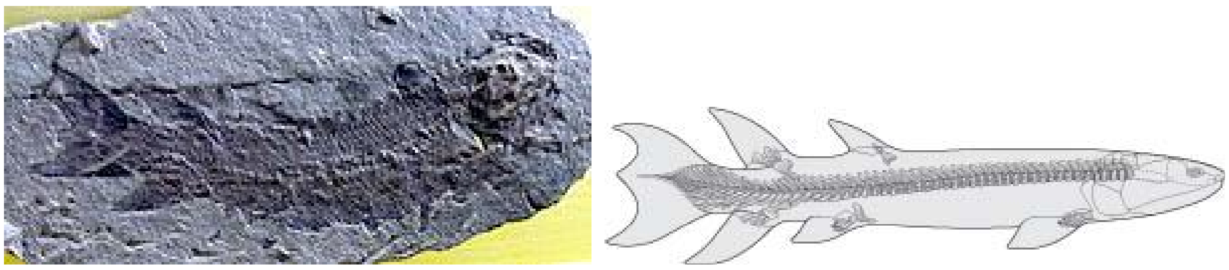
للأسف يقيناً، قد رومر نظريته مع تمهيد كان الغرض منه البرهنة على أن الحقبة الديڤونية كانت زمن جفاف. بناءً على ذلك، عندما قَوَّضَت الأدلةُ الأكثر حداثة هذه الفرضية، بدا كأنها تقوض كل نظرية رومر. لكان فعل أفضل لو حذف التمهيد، والذي كان_على أي حال_مبالغاً فيه. وكما جادلتُ في كتاب (تتبع الأسلاف) فإن النظرية لا تزال صالحة، حتى لو كانت الحقبة الديڤونية مُسَيطَراً عليها بالجفاف أقل مما اعتقد رومر بالأصل.

---

[1] بالمناسبة، فقد اقتُرِح أن التعملق كان قد أصبح ممكناً بفعل محتوى الأكسُجين الأعلى في الجو في ذلك الزمن. تفتقد الحشرات الرئات، وهي تتنفس بواسطة قنوات هوائية ضئيلة تنقل الهواء عبر أنابيب خلال الجسم. لا تستطيع الأنابيب الهوائية أن ترتقي إلى درجة جهاز توزيع شامل بتعقيد كما تفعل الأوعية الدموية. ومن المعقول أن ذلك حد من حجم الجسم. ذلك الحد كان سيكون أعلى في هواء ذي نسبة ٣٥% أكسُجين، بدلاً من الـ٢١% فقط التي نتنفس اليوم. هذا يقدم تفسيراً مُرضِياً لليعاسيب العملاقة، لكن ربما لا يكون صحيحاً بالضرورة. بالمناسبة، فأنا متحير لماذا_مع أكسجين كثير للغاية حواليها_لم تشتعل الأشياء طوال الوقت. ربما قد اشتعلت فعلاً. لابد أن حرائق الغابات كانت أكثر شيوعاً مما هي عليه اليوم. وتحتوي المتحجرات على تواجد مرتفع لأنواع النباتات المقاومة للنار. ليس مؤكداً سبب تضاؤل محتوى الأكسجين أثناء الحقبتين الكربونية والبيرمية. ربما ترافق مع عزل كربون كثير للغاية تحت الأرض، كفحم.

[2] لقد كان سيداً أوكسفوردياً من المدرسة القديمة، آمن بأنه كان هناك لتعليم الطلاب الجامعيين، لما كان استمر في عصر ثقافة التقييم البحثي. لم يكن له سوى بالكاد مقال وحيد منشور باسمه، وقد بقي إرثه في أجيال من التلاميذ الممتنين الذين منحهم حكمته وعلى الأقل بعض تعليمه المتميز.

على أي حال، فلنعد إلى المتحجرات نفسها. إنها تتواجد بندرة على نحو متناثر خلال العهد الديڤونيّ المتأخر، العهد السابق مباشرة للحقبة الكربونية: آثار مخيبة للآمال بعد تناميها غير كافية لـ"حلقات مفقودة"، حيوانات قطعت شوطاً إلى حدٍ ما باتجاه سد الفجوة بين الأسماك مفصصة الزعانف التي كانت منتشرة في بحار الحقبة الديڤونية والبرمائيات التي سعت لاحقاً خلال مستنقعات الحقبة الكربونية. على الجانب السمكيّ من الثغرة، اكتُشِف *Eusthenopteron* في عام ١٨٨١م في مجموعة من المتحجرات من كندا. إنها تبدو قد كانت سمكة صيادة من السطح وعلى الأرجح لم تصعد على البر قط، رغم بعض إعادات البناء المتخيلة المبكرة. مع ذلك، لقد كان لديها تشابهات تشريحية عديدة مع البرمائيات التي ظهرت بعد خمسين مليون سنة لاحقة، بما في ذلك عظامها الجمجمية وأسنانها و_أهم من كل ذلك_زعانفها. فرغم أنها استُخدِمَت على الأرجح للسباحة وليس للمشي، فقد اتبعت العظام نفس النموذج النمطيّ لرباعيات الأقدام (الاسم المطلق على كل الفقاريات البرية). ففي الطرفين الأمامين اتصل عظم العضد مع عظمتين، هما الكعبرة والزند، متصلة مع الكثير من العظام الصغيرة، والتي ندعوها_كرباعيات أقدام_الرسغ والعظم المشطيّ والأصابع. ويُظهِر الطرف الخلفيّ نموذجاً شبه رباعي الأقدام مماثلاً.



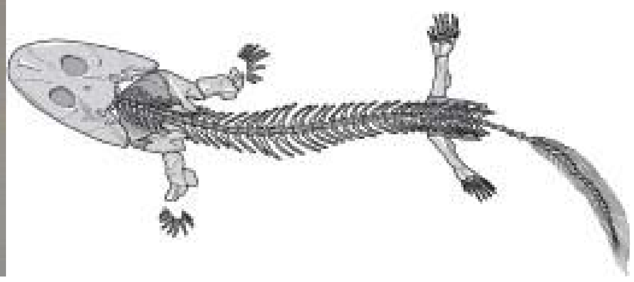
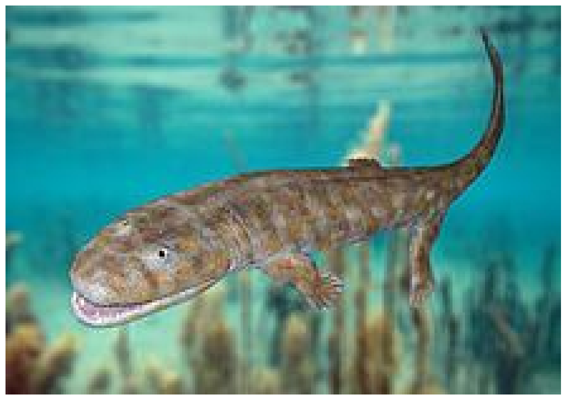
Eusthenopteron

ثم قرب الجانب البرمائي من الثغرة، بعد حوالي ٢٠ مليون سنة لاحقاً، عند الحدود بين الحقبتين الديڤونية والكربونية، سبَّبَ اكتشاف *Ichthyostega* [باليونانية: سمكة السطح] في عام ١٩٣٢م في جرينلاند إثارة عظيمة. ولا تُضلِّل بالأفكار عن البرد والثلج فجرينلاند_بالمناسبة_كانت قديماً على خط الاستواء في زمن *Ichthyostega*. تم إعادة بناء شكل *Ichthyostega* لأول مرة من قِبَل عالم الحفريات السويديّ Erik Jarvik في عام ١٩٥٥م، ومجدداً رسمه كأقرب إلى عائش على البر أكثر مما يفعل الخبراء المعاصرون. إن أحدث إعادة للبناء من قِبَل Per Ahlberg في جامعة university of Uppsala وهي نفس جامعة Jarvik القديمة، تضع *Ichthyostega* تقريباً في الأغلب في الماء، رغم أنه على الأرجح قام بغزوات من وقت إلى آخر إلى البر. ومع ذلك، فهو يبدو أكثر شبهاً بسمندر عملاق أكثر من سمكة، وله الرأس المسطحة المميزة للغاية للبرمائيات. وبخلاف كل رباعيات الأقدام المعاصرة، التي لها خمس أصابع أيدي وأصابع أقدام (على الأقل في الأجنة، رغم أن بعضها قد يفقد البعض عند النضج)، فـ*Ichthyostega* كان له سبع أصابع قدم. يبدو أن رباعيات الأقدام المبكرة تمتعت بحرية "تعبير" أكثر مع عدد متنوع للأصابع عما لدينا اليوم. يحتمل أنه عند نقطة ما ثُبِّتَت العمليات الجنينية على خمسة، وهي خطوة اتُخِذَت كان من الصعب عكسها. وإن يكن رغم ذلك_بلا نكران_ليس بكل تلك الصعوبة. فهناك أفراد من القطط وفي الحقيقة من البشر لديهم ست أصابع. على الأرجح تنشأ هذه الأصابع الإضافية خلال أخطاء نسخ في تكون الجنين.

Ichthyostega

اكتشاف مثير آخر، أيضاً من جرينلاند التي كانت قديماً استوائية وأيضاً يـؤرَّخ مـن الحـدود بـين الحقبـة الديڤونية والكربونيـة، كـان *Acanthostega* [أي باليونانية السطح الشائك]، له أيضاً جمجمة برمائية مسطحة وأطراف شبيهة بالتي لرباعية الأقدام: لكنه منحرف للغاية_وحتى أكثر من *Ichthyostega* _ عما نعتقده الآن كمعيار الخمسة أصابع. فقد كان له ثمان أصـابع. إن العـالمين Jenny Clack and Michael Coates من جامعة كامبرِدج الأكثر مسئولية عن معرفتنا عنه، يعتقدان أنه_مثله كـ*Ichthyostega* _ كـان عائشـاً في المـاء إلى حد كبير، لكن له رئات وأطراف توحي بقوة أنه استطاع المكافحة بنجاح على البر كما في المـاء لـو احتـاج إلى ذلـك. مجـدداً، فهـو يشبه تقريباً سمندراً عملاقاً.

نعود الآن إلى الجانب السمكي من الانقسام، فقد عُثِر على *Panderichthys* من العهد الديفوني المتأخر أيضـاً، وهـو أكثـر شـبهاً بقليـل بالبرمائي وأقل شبهاً بالسمك من *Eusthenopteron*. لكنك لو رأيته فستريد بالتأكيد أن تدعوه سمكة بالأحرى عن سمندر.

Panderichthys

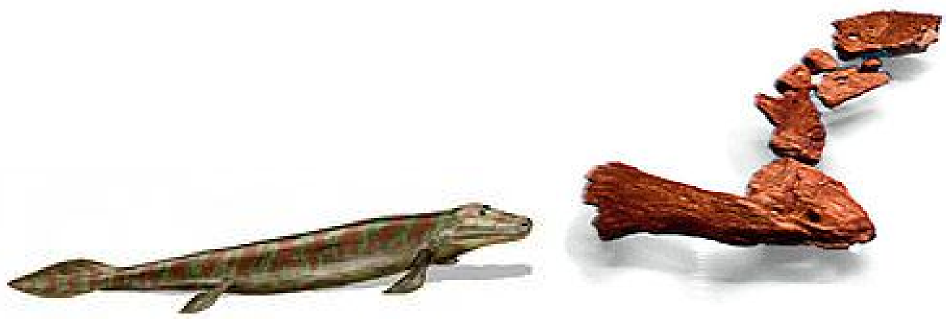
إذن، فنحن نُترَك مع ثغرة ما بين *Panderichthys* السمكة الشـبيهة بالبرمـائي، والــ*Acanthostega* البرمـائيّ الشـبيه بالسـمكة. أيـن "الحلقة المفقـودة" بينهمـا؟ انطلـق فريـق مـن العلمـاء مـن جامعـة بنسلڤانيا University of Pennsylvania، يتضمن Neil Shubin and

Edward Daeschler للعثور عليه. لاحقاً جعل شوبين بحثهم هذا أساساً لسلسلة مبهجة من الأفكار العلمية عن تطور الإنسان وأعضاء الجسم في كتابه (السمكة في داخلك). لقد فكروا بتروٍ أين يمكن أن يكون أفضل مكان للبحث، واختاروا بعناية منطقة صخرية من العهد الديفوني المتأخر المناسب بالضبط في القطب الشمالي الكندي. حيث ذهبوا وحازوا على كنز لعلم الحيوان. التيكتاليك *Tiktaalik*! اسمٌ لا يُنسى أبداً. لقد سُمي باسم يطلقه أهل الإسكيمو الإنويت على نوع من سمك الماء العذب الكبير. أما عن اسم النوع *roseae*، فدعوني أخبركم بقصة تحذيرية مضحكة ضد نفسي. فعندما سمعت الاسم أول مرة، ورأيت الصور الفوتوغرافية مثل المنسوخة على الصفحة الملونة ١٠، قفز ذهني مباشرة إلى الصخور الرملية الحمراء الديفونية العتيقة، اللون الرمزي لمقاطعة Devon الإنجليزية التي تُسمى تلك الطبقة من الصخور في كل العالم على اسمها. لكن للأسف، لقد كنت مخطئاً تماماً. لقد بالغتْ الصورة في توهيج اللون الوردي. لقد اختير الاسم تكريماً للمتبرع الذي ساعد في تمويل البعثة إلى الصخر الديفوني الواقع بالقطب الشمالي. لقد مُنِحتُ امتياز أن أُرَى تيكتاليك رُسِيا *Tiktaalik roseae* من قِبَل Dr Daeschler عندما دُعيت إلى غداء معه في فيلادلفيا، بعيد اكتشافه بقليل، إن عالم الحيوان القابع بداخلي طول الحياة_أو ربما سمكتي التي في داخلي_قد انخرس تماماً [وقت رؤيته]. فقد كنت أحدق على وجه سلفي المباشر. إن التشبيه الأكثر واقعية لهذه المتحجرة غير الحمراء للغاية هو أني على الأرجح كنت أقابل سلفاً ميتاً حقيقياً يعود إلى دهور من الزمن.

لو أنك كنت لتقابل تيكتاليك حقيقياً حياً، وجهاً لوجه، فربما كنت ستبدأ في التراجع كالمهدد من تمساح، لأن ذلك ما كان وجهه يشابه. رأس تمساح على جذع سمندر، متصلاً بالطرف الخلفي والذيل لسمكة. وبخلاف أي سمكة كان للتيكتاليك رقبة، وأمكنه إدارة رقبته. [وله عظام ضلوع ورئتان وأطراف شبه أو نصف زعنفية_م]. في كل تفصيلة تقريباً، فالتيكتاليك هو الحلقة المفقودة المثالية. مثالية، لأنها تعين انشقاق الاختلاف بين السمك والبرمائيات، ومثالية لأنها لم تعد مفقودة. لدينا المتحجرة. يمكنك أن تراها، تلمسها، تجرب تقدير عمرها، وتخفق![1]







[1] هنا كلام المؤلف موجه لأنصار مذهب الخلق الإلهيّ الحرفيّ اللحظيّ_م

يجب أن أعود إلى البحر مجدداً

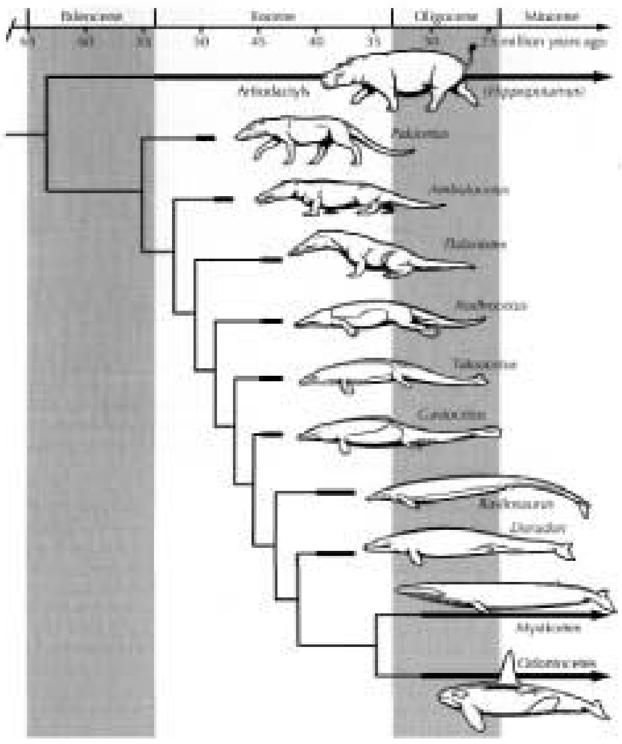
إن الانتقال من الماء إلى اليابسة أطلق إعادة تصميم كبيرة لكل جوانب الحياة، من التنفس إلى التكاثر: لقد كانت رحلة عظيمة خلال الفراغ البيولوجي. رغم ذلك، مع ما يبدو كأنه تقريباً فساد عبثي، فإن عدداً كبيراً من الحيوانات البرية التامة ارتد على العكس لاحقاً، نابذين إعادة إعدادهم البرية المكتسبة بصعوبة، واندفعوا عائدين إلى الماء مجدداً. لقد مضت الفقمات وأسود البحر إلى نصف طريق الرجوع فقط، وهي ترينا ما ربما قد شابهت المتوسطات، في الطريق إلى الحالات القصوى مثل الحيتان والأُطُم dugongs [جمع أطوم_م]. فالحيتان (متضمنين الحيتان الصغيرة الذين ندعوهم دلافين)، والأُطُم مع أقاربها الوثيقين خراف البحر قد توقفوا عن أن يكونوا كائنات يابسة تماماً ورجعوا إلى العادات البحرية الكاملة لأسلافهم البعيدين. إنهم لا يأتون حتى على الشاطئ للتكاثر. مع ذلك، فهم لا يزالون يتنفسون الهواء، إذ لم يطوروا أي شيء قط مكافئ لخياشيم أجدادهم البحرية الأبكر. وهناك حيوانات أخرى عادت من اليابسة إلى الماء_على الأقل بعض الوقت_منها قواقع البرك وعناكب البحر وخنافس البحر والتماسيح والقضاعات [ثعالب الماء] وثعابين البحر وزبّاب الماء وطائر الغاق الجالاباجوسي الغير طائر وسحالي الإجوانا البحرية الجالاباجوسية والـyapoks (ثديي مائي من ذوات الجِراب جنوب أمِركي) والبلاتيبوس [منقار البطة أو مسطح القدم كما هو معنى اسمه اليوناني وقدمه محاطة بغشاء_م] والبطاريق والترس [السلاحف البحرية].

لقد كانت الحيتان لغزاً لوقت طويل، لكن حديثاً صارت معرفتنا عن تطور الحيتان ثرية حقاً. إن الدليل الوراثي الجزيئيّ (انظر الفصل العاشر لتعرف طبيعة هذا النوع من الأدلة) يُظهِر أن أوثق قريب تطوري حي للحيتان هو أفراس النهر، يليها الخنازير، ثم المجترات. ما هو أكثر إدهاشاً أن الدليل الجزيئي يُظهر أن أفراس النهر أكثر وثاقة صلة بالحيتان مما هم إلى ذوات الحوافر (كالخنازير والمجترات) التي تبدو أشبه لها. هذا مثال آخر على عدم التوافق الذي قد يحدث أحياناً بين وثاقة القرابة ودرجة التشابه الجسدي الفيزيائي: لقد لاحظنا هذا آنفاً فيما يتعلق بسمك أوثق قرابة لنا مما هو إلى أي سمك آخر. في تلك الحالة، ينشأ الشذوذ لأن خط تحدرنا هجر الماء إلى اليابسة. وبالتالي اندفع بعيداً في التطور، تاركاً أقاربنا السمكيين الأكثر وثاقة_السمك الرئوي والـ coelacanths_تشابه أقاربنا السمك الأكثر بعداً لأنهم كلهم بقوا في الماء. الآن نحن نقابل نفس الظاهرة مجدداً، لكن معكوسةً. فقد بقي فرس النهر_على الأقل جزئياً_على اليابسة، ولذا ظل يشابه أقاربه الأكثر بعداً العائشين على اليابسة المجترات، بينما غادر أقاربه الأوثق_الحيتان_إلى البحر وتغيروا لدرجة أن صلاتهم مع أفراس النهر فلتت من كل علماء الأحياء ما عدا علماء الوراثة الجزيئية. إذ عندما ذهب أسلافهم المائيون المحاكون للسمك على نحوٍ أوليّ إلى الاتجاه الآخر، فقد كان ذلك يشابه إلى حد ما الإقلاع إلى الفضاء أو على الأقل ركوب منطاد، إذ طفا أسلاف الحيتان أحراراً من عبء الجاذبية المُقيِّد وقطعوا مراسيهم مع اليابسة الجافة.

في نفس الوقت، فإن ما كان قديماً سجلاً حفرياً غير كافٍ لتطور الحيتان قد مُلئَ على نحو مقنع، في المعظم بكنز جديد من باكستان. رغم ذلك، فإن قصة متحجرات الحيتان قد نوقِشَت بشكل جيد للغاية في كتب معاصرة أخرى، وعلى سبيل المثال كتاب Donald Prothero (التطور ماذا تقول المتحجرات ولماذا تهم)، وكتاب أكثر حداثة لـJerry Coyne (لماذا التطور حقيقة)[1]، بحيث أني قد قررتُ

[1] انظر ترجمتي العربية له تحت عنوان (لماذا النشوء والتطور حقيقة)

عدم تغطية نفس التفاصيل هنا. عوضاً عن هذا، فقد اقتصرت على رسم توضيحيّ واحد (أدناه). مأخوذة من كتاب Prothero، تُظهِر سلسلة من المتحجرات مرتبة زمنياً. لاحظ الأسلوب الحذر الذي رُسِمَت به الصورة. إنها تحث_ومعظم الكتب القديمة تفعل ذلك_ على تصور سلسلة من المتحجرات من الأقدم إلى الأحدث، لكن لا أحد يمكنه القول مثلاً أن *Ambulocetus* قد تحدر من *Pakicetus*. أو أن *Basilosaurus* قد تحدر من *Rodhocetus*. عوضاً عن ذلك، فالرسم التوضيحي يتبع سياسة أكثر حذراً للاقتراح بأن_كمثال_الحيتان قد تحدرت من قريب طوري معاصر للـ*Ambulocetus* والذي كان على الأرجح شبيهاً إلى حد ما بـ*Ambulocetus* (وربما كان حتى الـ *Ambulocetus*). إن المتحجرات المعروضة هي مماثلة لمراحل عديدة في تطور الحيتان: الاختفاء التدريجي للطرفين الخلفيين، تحول الطرفين الأماميين من رجلين ماشيتين إلى زعنفتين سابحتين، وتسوية الذيل إلى شكل شعبة المرساة، هي ضمن التغيرات التي برزت في تتابع بديع.



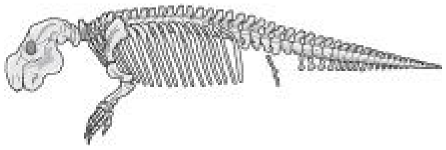
متحجرات الحيتان

صورة تُظهر تطور الحيتان من حيوانات برية، ترينا المتحجرات الانتقالية العديدة الموثَّقة
الآن من قيعان أنهار الحقبة الإيوسينية في أفريقيا وباكستان (رسمها Carl Buell)

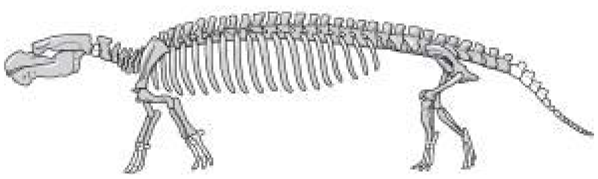
هذا كل ما سأقوله عن التاريخ الحفري للحيتان، لأنه قد نوقش على نحو جيد للغاية في الكتابان اللذين أشرت إليهما.

إن المجموعة الأخرى الأقل تعداداً وتنوعاً لكنها ثدييات مائية تماماً بدرجة مساوية، وهي رتبة الخيلانيات sirenians: الأُطُم وخراف البحر، ليست موثقة بهذه الدرجة من الجودة في السجل الأحفوري، إلا أن "حلقة مفقودة" مفردة جميلة على نحو رائع قد اكتُشِفَت حديثاً. معاصرة تقريباً للـ*Ambulocetus* "حوت الحقبة الإيوسينية الماشي"، ألا وهي *Pezosiren* "متحجرة خروف البحر الماشي" من جامايكا. إنها تبدو تقريباً مثل خروف بحر أو أطوم، عدا أن لديها أرجل ملائمة للمشي في الأمام والخلف، حيث لدى الخيلانيات زعفتان في الأمام ولا طرفين على الإطلاق في الجزء الخلفي. تُظهِر الصورة التالية هيكلاً عظمياً لأطوم معاصر بالأعلى، وأدناه *Pezosiren*.

كما أن الحيتان ذات قرابة مع أفراس النهر، فإن الخيلانيات ذات قرابة تطورية مع الفيلة، وبنفس المقدار الكبير من الأدلة، بما في ذلك الدليل الوراثيّ الجزيئيّ كليّ الأهمية مُصدِّقاً على ذلك. رغم ذلك فالـ*Pezosiren* عاش على الأرجح مثل فرس النهر، قاضياً معظم وقته في الماء ومستخدماً أرجله في المشي على القاع وكذلك للسباحة. إن جمجمته خيلانية على نحو لا لبس فيه. إن الـ*Pezosiren* ربما كان أو لم يكن السلف الحقيقي لخراف البحر والأطم المعاصرة، لكنه بالتأكيد مؤدٍ ممتاز للدور[1].



أطوم معاصر



Pezosiren "أطوم عتيق"

كان هذا الكتاب على وشك الذهاب للمطبعة، عندما استُلِمَت أخبار مثيرة_من جريدة الطبيعة *Nature*_عن متحجرة جديدة من القطب الشماليّ الكندي، تسد الثغرة في سلسلة النسب التطوري للفقمات وأسود البحر وحيوانات الفظ المعاصرة walruses (أي زعنفيات الأقدام إجمالاً). إنه هيكل عظمي وحيد، كامل بنسبة ٦٥٪، هو *Puijila darwini* يعود تاريخه إلى العهد الميوسينيّ المتأخر (منذ حوالي عشرين مليون سنة ماضية). هذا حديث بدرجة كافية لدرجة أن خريطة العالم كانت تقريباً هي نفسها كاليوم. من ثم فإن هذه "الفقمة/أسد البحر المبكرة" (لم يكونا قد تفرعا بعد) كانت حيواناً قطبياً، عائشاً في الماء البارد. تقترح الأدلة أنه عاش واصطاد في الماء العذب (على طريقة معظم ثعالب البحر [القضاعات] عدا قضاعات البحر الشهيرة في كاليفورنيا)، عوضاً عن البحر (كمعظم الفقمات المعاصرة عدا فقمات بحيرة Lake Baikal الشهيرة). لم يكن لدى *Puijila darwini* زعانف، بل أقدام غشائية. لقد جرى على الأرجح على البر كالكلب (مختلف جداً عن زعنفيات الأقدام المعاصرة)، لكنه قضى الكثير من وقته في الماء، حيث سَبَح كالكلب، بخلاف كلا الأسلوبين المتخذين على نحو منفصل من قبل الفقمات وأسود البحر المعاصرة. إن الـ*Puijila darwini* كأنه يفحج ما بين رجليه ساداً الفجوة بين اليابسة والماء بإحكام في سلالة تحدر زعنفيات الأقدام pinnipeds. إنه أيضاً إضافة مبهجة أخرى لقائمة "الحلقات" المتزايدة التي لم تعد مفقودة.

أريد أن ألتفت الآن إلى مجموعة أخرى من الحيوانات التي عادت من اليابسة إلى الماء، إنه مثال آخر آسر على وجه الخصوص لأن البعض منها لاحقاً عكس العملية وعاد إلى اليابسة مرة ثانية! إن سلاحف البحر لم تعد على نحو كامل إلى الماء_في ناحية واحدة مهمة_ بخلاف الحيتان والأُطُم، لأنها لا تزال تضع بيضها على الشواطئ. وككل الفاقاريات العائدة إلى الماء، لم تُقلِع الترس

[1] بمعنى آخر أن قد يكون السلف المباشر أو قريباً وثيقاً للسلف الحقيقيّ المعاصر له أو المقارب زمنياً.

[السلاحف البحرية] عن تنفس الهواء، لكن في هذا المجال يفوق البعض منها على الحيتان. فهذه الترس تستخلص أكسجيناً إضافياً من الماء من خلال زوجٍ من الغرف عند الجزء الخلفي لها المُمَدّ بغزارة بالأوعية الدموية. في الواقع فإن أحد سلاحف الأنهار [الحَمَسَة] الأسترالية تحصل على معظم أُكسجينها بالتنفس من خلال دبرها (؟؟؟ـها كما لن يتردد أسترالي في قولها).

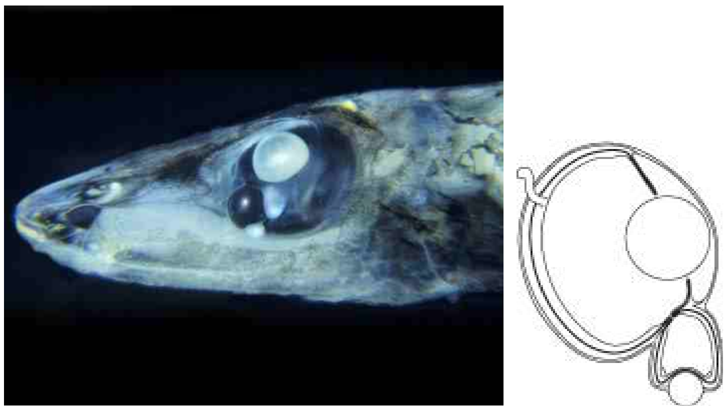
قبل أن أمضي، لا يسعني تمرير نقطة عن التعابير والاصطلاحات، وكما في تحليل مؤسف في ملاحظة لجورج برنارد شو أن إنجلاند (بريطانيا) وأمِركا بلدان تفرقهما لغة مشتركة. ففي بريطانيا، الترس turtles تعيش في البحر، والسلاحف البرية tortoises تعيش على البر، وسلاحف الحَمَسَة terrapins تعيش في الماء العذب أو الملوحيّ. في أمِركا تُدعَى كل هذه الحيوانات (ترس) turtles، سواء عاشوا على البر أو في الماء. يبدو غريباً لي تعبير "ترس بريّ"، لكن ليس لأمِركيّ، الذي بالنسبة له السلاحف البرية tortoises هي مجموعة جزئية من الترس turtles كاسم جنس، والتي تعيش على البر. بعض الأمِركيين يستعملون tortoises بمعنى تصنيفيّ ضيق للإشارة إلى الزواحف المدرعة Testudinidae، والذي هو الاسم العلميّ للسلاحف البرية المعاصرة. أما في بريطانيا، فسنكون قانعين بإطلاق لقب tortoises على أي زاحف مغلَّف chelonian عائش على البر، سواء كان عضواً في مجموعة Testudinidae أم لا (فكما نرى، هناك متحجرات سلاحف برية tortoises عاشت على البر ولم تكن أعضاء في الـTestudinidae). فيما يلي سأحاول تجنب التشويش، معطياً اعتباراً لكل القراء في بريطانيا وأمِركا وأستراليا، حيث الاستعمال مختلف مجدداً)، لكن هذا عسير. إن الدلالات في حالة فوضى، ولقصر الاصطلاح، فإن علماء الحيوان يستعملون كلمة chelonians الزواحف المغلَّفة أو رتبة السلاحف لكل هذه الحيوانات سواء السلاحف البرية أو الترس أو الحَمَسَة، أياً ما كانت نسخة الإنجليزية التي نتحدثها.

إن أكثر سمة ملاحظة فوراً للـchelonians هي صدَفَتهم. كيف تطورت، وماذا كانت تشبه المتوسطاتُ؟ أين "الحلقات المفقودة"؟ ما استعمال نصف صدفة (كما سيسأل خلقي متحمس). حسناً، على نحو مدهش، لقد وُصِفَت مؤخراً متحجرة جديدة، والتي تجيب على هذا السؤال على نحو بليغ. لقد ظهرت لأول مرة في جريدة *Nature* الطبيعة في آخر اللحظات قبل أن يكون عليَّ تسليم هذا الكتاب للناشرين. لقد كانت ترسة مائية، وُجِدت في رسوبيات العهد التيرياسيّ المتأخر في الصين، ويُقدَّر عمرها بحوالي ٢٢٠ مليون سنة. اسمها *Odontochelys semitestacea*، والذي قد تستنتج منه [*القطع semi أي شبه أو نصف مدرعة _م*] أنها_بخلاف الترس أو السلاحف البرية المعاصرة_كان لها أسنان، ولقد كان لها بالفعل نصف صدفة. لقد كان البطن مغطى بصَدَفَة، والتي تُعرَف بالهيكل البطني الخارجي plastron، بنفس الطريقة تقريباً التي لدى ترس البحر المعاصرة. لكنها تفتقد بالكامل تقريباً الجزء الظهري من الصدفة، المعروف بالذَبْل أو الغطاء الخارجي الظهري carapace. يُفترض أن ظهرها كان ليناً، كالسحلية، رغم أنه كان هناك بعض القطع العظمية الضئيلة الصلبة على طول الوسط فوق العمود الفقري_كما في التمساح_وكانت الضلوع مسطحة، كما لو كانت "تحاول" تكوين البدايات التطورية للغطاء الظهري.

وهنا لدينا جدال مثير للاهتمام. فإن مؤلفي الورقة العلمية التي قدَّمت *Odontochelys* للعالَم_ وهم Li, Wu, Rieppel, Wang and Zhao (للاختصار، سأدعوهم المؤلفين الصينيين، رغم أن Rieppel من بينهم ليس صينياً)_يعتقدون أن حيوانهم كان بالفعل في نصف الطريق إلى اكتساب صدفة. يشك آخرون في الادعاء بأن *Odontochelys* يبرهن على أن الصدفة تطورت في الماء. إن لمجلة *Nature* عادة مثيرة للإعجاب هي تكليف خبراء غير المؤلفين لكتابة تعليقات على أكثر مقالات الأسبوع إثارة للاهتمام، والتي ينشرونها في قسم يُسمى

(أنباء وآراء). التعليق على ورقة الـ *Odontochelys* كان من جانب عالمي أحياء كنديين، هما Robert Reisz and Jason Head، وقد قدما تفسيراً بديلاً. فربما كانت كل الصدفة قد تطورت من قبل فعلياً على اليابسة، قبل أن يرجع أسلاف *Odontochelys* إلى الماء. وربما فقد *Odontochelys* غطاءه الظهري بعد العودة إلى الماء. أشار Reisz and Head إلى أن بعض ترس البحر المعاصرة، على سبيل المثال الترسة جلدية الظهر المعاصرة فقدت أو أنقصت الغطاء الظهري بدرجة كبيرة، لذا فإن نظريتهما معقولة تماماً.

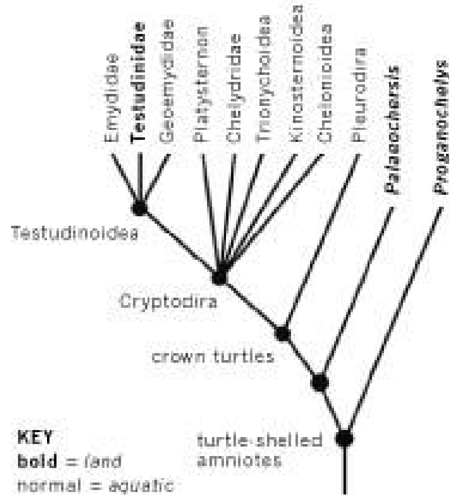
أحتاج إلى الاستطراد بموجز جانبيّ عى سؤال: "ما فائدة نصف صدفة؟" وعلى وجه الخصوص لِما سيُدَرَّع الـ*Odontochelys* بالأسفل وليس بالأعلى؟ ربما بسب خطر مهدِّد من الأسفل، وهو ما يوحي بأن هذه الكائنات قضت الكثير من الوقت سابحةً قرب السطح، وبالتأكيد احتاجت للصعود إلى السطح للتنفس على أي حال. كثيراً ما تهاجِم القروش في عصرنا الحاضر من الأسفل، القروش كانت ستكون جزءً هاماً بصورة مهدِّدة من العالم الذي عاشت فيه *Odontochelys*، وليس هناك سبب يدعونا لافتراض أن عادات صيدها كانت مختلفة في تلك الأزمنة. وكمثال موازٍ، فإن أحد أكثر إنجازات التطور إثارة للدهشة، هو زوج العيون الإضافية في السمكة *Bathylychnops* (انظر الرسم أدناه)، واللتان تهدفان على الأرجح إلى رصد الهجمات الافتراسية من الأسفل. إن العينين الرئيسيتين تنظران نحو الخارج كما في أي سمكة عادية. لكن كل واحدة من العينين الأساسيتين لها عين إضافية صغيرة، كاملةً مع عدسة وشبكية، مثبتة إلى جانبها الأسفل. فإن كانت *Bathylychnops* أمكنها المضي في المشقة التطورية (تعلم ما أقصده، لا تكن حرفياً) لإنماء زوج كامل إضافيّ من العيون، ربما للاحتراس من الهجمات الآتية من أسفل، فإنه يبدو معقولاً تماماً أن الـ*Odontochelys* قد ينمي درعاً يهدف إلى تجنب الهجمات من نفس الاتجاه. إن صُدرة السحفاة منطقية إذن، وإن أردتَ أن تقول: نعم، لكن لماذا ليس لديها غطاء ظهري على الأعلى كذلك، لمجرد أن تكون أكثر أماناً، فالإجابة سهلة: إن الأصداف ثقيلة ومرهِقة، إنها مكلفة في النمو ومكلفة في حملها هنا وهناك. يوجد دائماً مقايضات [مواءمات_م] في التطور. فبالنسبة للسلاحف البرية انتهت المقايضة بتفضيل درع قويّ ثقيل بالأعلى كما بالأسفل. أما بالنسبة لكثير من الترس [السلاحف البحرية] أيَّدَت المقايضة صُدرة قوية بالأسفل لكن مع درع أخف بالأعلى. وإنه من المعقول اقتراح أن *Odontochelys* مضى بهذه النزعة قُدُماً أكثرَ بقليل.



العين الإضافية لسمكة *Bathylychnops*

من ناحية أخرى، لو كان المؤلفون الصينيون محقين في أن *Odontochelys* كان في طريقه لتطوير صدفة كاملة، وأن الصَدَفة تطورت في الماء، فيبدو أن هذا سينتج عنه أن السلاحف البرية المعاصرة_والتي هي ذوات أصداف متطورة على نحو جيد_متحدرة من الترس المائية. هذا_كما سنرى_صحيح على الأرجح. لكن هذا جدير بالملاحظة لأنه يعني أن السلاحف البرية المعاصرة تمثِّل هجرة ثانية من الماء إلى البر. لا أحد زعم قط أن أي حيتان أو أُطُم عادت إلى اليابسة بعد غزوها للماء. إن النظرية البديلة للسلاحف البرية هي أنها

كانت على البر طوال الوقت وطورت الصدفة على نحوٍ مستقل، بالتوازي مع أقاربها المائية. هذا ليس مستحيلاً على الإطلاق، لكن_كما يصادف_فإن لدينا سبباً جيداً للاعتقاد بأن سلاحف البحر قد عادت بالفعل إلى اليابة لمرة ثانية لتصير سلاحف برية.



شجرة العائلة التطورية للسلاحف البرية والبحرية

لو استنبطت من شجرة العائلة التطورية لكل السلاحف المائية والبرية المعاصرة_القائمة على الوراثة الجزيئية ومقارنات أخرى_فتقريباً تكاد كل الفروع أن تكون مائية (النمط الطبيعي لهذه المجموعة). إن السلاحف البرية ممثّلة بطباعة غليظة لكلمة Testudinidae، ويمكنك أن ترى أن السلاحف البرية المعاصرة تؤلف فرعاً واحداً، إن فرع الـTestudinidae متشابك بعمق ضمن تفرعات ثرية من سلحفيات chelonians مائية بخلافها. إن كل أقاربها الوثيقة مائية. إن السلاحف البرية المعاصرة هي غصن وحيد على شجيرة الترس المائية الأخرى. إن أسلافها المائية ارتدت عن الترس البحرية واندفعت عائدة إلى اليابسة. إن هذه الحقيقة [عن شجرة التطور_م] متوافقة مع فرضية أن الصدفة تطورت في الماء، في كائن مثل *Odontochelys*. إلا أننا الآن لدينا عقبة أخرى. فلو نظرت إلى شجرة العائلة، ستلاحظ أن هناك _بالإضافة إلى Testudinidae (كل السلاحف البرية المعاصرة)_متحجرات نوعين منقرضين من الحيوانات ذات الأصداف الكاملة تُدعى *Proganochelys*[1] and *Palaeochersis*. تلك يُستنبَط أنها كانت عائشة على اليابسة، لأسباب سنأتي عليها في الفقرة القادمة. إنها تتموضع خارج الفروع المثلة للترس المائية تماماً. يبدو أن هذين النوعين كانا بريين بأصالة.

قبل أن يُكتشَف *Odontochelys*، كانت هاتان المتحجرتان أقدم سلحفيات معروفة. وكالـ*Odontochelys* عاشا في العهد التِرياسيّ المتأخر، لكن بعد حوالي ١٥ مليون سنة لاحقة من الـ*Odontochelys* . بعض المرجعيات أعادت بناءهما ككائنين عاشا في الماء العذب، لكن الأدلة الحديثة تضعهما بالفعل على البر، كما أُشير إليه بالخط السميك في الرسم البياني. ربما تتساءل كيف نحدد ما إذا كانت متحجرات حيوانات_خاصةً لو كان ما عُثِر عليه أجزاء فقط_ عاشت على البر أو في الماء. أحياناً يكون هذا واضحاً جداً. فالـ Ichthyosaurs [*الديناصور سمكيّ الشكل*_م] كان زاحفاً معاصراً للديناصورات، ذا زعانف وجسد انسيابي. تبدو متحجراته مثل الدلافين وقد عاشت بالتأكيد مثل الدلافين، في الماء. أما بالنسبة للترس البحرية والسلاحف البرية فالأمر أقل وضوحاً بقليل، كما قد تتوقع، إن أفضل هبة مفصِحة هي أطرافها. إن المجاذيف مختلفة جداً حقاً عن أرجل المشي. لقد أخذ Walter Joyce and Jacques Gauthier من جامعة Yale University هذه البيديهية سليمة الحس وقدما الأرقام لتأييدها. لقد تناولا ثلاثة مقاييس أساسية في الذراع

[1] يبدو أن الاسم يعني في اليونانية شيئاً مثل (السلحف البري السلفي) أو (البدائي). وللأسف فإن قواعد التسمية في علم الحيوان متزمتة، وحتى الأخطاء الواضحة لا يمكن تغييرها حالما حُفظت في منشور ذي اسم. إن علم التصنيف مملوء بمثل هذه الأخطاء المتحجرة. مثالي المفضَّل هو خايا Khaya، وهو اسم أُطلِق على شجرة ماهوجاني أفريقية، يقال أنها تعني في اللغة المحلية (لا أعرف)، مع هامش افتراضي (ولا أبالي ولا لماذا لا تتوقف عن سؤال أسئلة غبية عن أسماء النباتات!)

وعظام اليد لإحدى وسبعين نوعاً من السلحفيات الحية. سأقاوم هنا إغراء شرح حساباتهم الممتازة، لكن استنتاجهما كان واضحاً: هذان الحيوانان كان لديهما أرجل للمشي، لا مجاذيف. وبالإنجليزية البريطانية: لقد كانا سلحفين بريين، لا ترستين بحريتين. لقد عاشا على اليابسة. لقد كانا أقارباً بعيدين فحسب_رغم ذلك_للسلاحف البرية المعاصرة.

الآن يبدو أن لدينا مشكلة. فلو_كما يعتقد مؤلفو الورقة الواصفة للـ*Odontochelys*_أن متحجرتهم ذات ذات نصف الصدفة تبرهن أن الصدفة تطورت في الماء، فكيف نشرح وجود نوعين من السلاحف البرية كاملي الأصداف، بعد ١٥ مليون سنة لاحقة؟ قبل اكتشاف *Odontochelys* لما كنتُ ترددت في القول أن *Proganochelys* and *Palaeochersis* كانا ممثلين لنمط سلفي عائش على البر قبل العودة إلى الماء. تطورت الصدفة على البر. بعض السلاحف البرية ذوات الصدفة عادت إلى البحر، كما كانت ستفعل لاحقاً الفقمات والحيتان والأطم. بقيت الأُخَر على اليابسة، لكنها انقرضت. ثم عادت بعض الترس البحرية إلى اليابسة، لتسبب نشأة كل السلاحف البرية المعاصرة. هذا ما كنتُ سأقوله. هذا ما كنت كتبته بالفعل في تمهيد لهذا الفصل سبق الإعلان عن اكتشاف *Odontochelys*، لكنَ *Odontochelys* أعاد التخمين إلى بوتقة التفكير. لقد أصبح لدينا الآن ثلاثة احتمالات، كلها ساحرة على نحو متساوٍ:

١- ربما كان *Proganochelys* and *Palaeochersis* الناجيين أحياء من بين الحيوانات العائشة على البر، التي أرسلت سابقاً بعض ممثليها إلى البحر، بما في ذلك أسلاف *Odontochelys*. هذه الفرضية ستقترح أن الصدفة تطورت مبكراً على اليابسة، والـ *Odontochelys* فقد الغطاء الظهري في الماء، محتفظاً بالصُدرة البطنية.

٢- ربما تطورت الصدفة في الماء، كما يقترح المؤلفون الصينيون، مع تطور الصدرة على البطن أولاً، ثم تطور الذبل [الغطاء الظهري] على الظهر لاحقاً. في هذه الحالة ماذا نفعل بالـ*Proganochelys* and *Palaeochersis* اللذين عاشا على اليابسة بعدما عاش *Odontochelys* مع النصف صدفة الخاصة به في الماء؟ ربما طور الصدفة على نحو مستقل. لكن هناك احتمالاً آخر:

٣- ربما يمثل *Proganochelys* and *Palaeochersis* عودة أبكر من الماء إلى اليابسة، أليست تلك فكرة مثيرة على نحو مذهل؟

نحن فعلاً متأكدون جداً من الحقيقة الجديرة بالملاحظة من أن الترس أنجزت عودتين تطوريتين إلى اليابسة: إن سلاحفاً برية عائشة على البر مبكرة عادت إلى البيئة المائية لأسلافها السمكية الأبعد، فأصبحت ترساً بحرية. ثم عادت إلى اليابسة مرة ثانية كتجسد جديد للسلاحف البرية، ألا وهي الـTestudinida. هذا ما نعرفه، أو متأكدون منه تقريباً. لكننا الآن نقبل بجرأة الاقتراح الإضافي بأن هاتين العودتين حدثتا مرتين! ليس فقط لتنتج السلاحف البرية المعاصرة، بل وأقدم من ذلك بكثير أيضاً لتسبب نشأة *Proganochelys* and *Palaeochersis* في الحقبة التِرياسية.

في كتاب آخر لي وصفت الحمض النوويّ DNA على أنه (كتاب الموتى الجينيّ). فبسبب طريقة عمل الانتخاب الطبيعي، فإن الـ DNA لحيوان_بمعنى معين_هو وصف نَصيّ للعوالِم التي انتُخِبَ فيها أسلافه طبيعياً. فبالنسبة لسمكة فإن كتاب الموتى الوراثي يصف البحار القديمة السلفية. أما بالنسبة لنا ولمعظم الثدييات فإن الفصول المبكرة من الكتاب موضوعة كلها في الماء والأخيرة كلها على البر.

أما بالنسبة للحيتان والأُطُم وسحالي الإجوانا البحرية والبطاريق والفقمات وأسود البحر والترس [السلاحف البحرية] فإن هناك جزءً ثالثاً من الكتاب يسرد عودتهم الملحمية للأراضي المثبتة لماضيهم البعيد ألا وهي البحر. لكن بالنسبة للسلاحف البرية_وربما مرتين على نحو مستقل في مناسبتين متباعدتين بدرجة واسعة_هناك أيضاً قسم رابع من الكتاب مكرَّس لإعادة صعود مرة أخرى إلى اليابسة نهائية، أو هل هي كذلك؟ هل يمكن أن يكون هناك حيوان آخر بالنسبة له كتاب الموتى الجيني كلوح يعاد الكتابة عليه كمثل هكذا أو دورات تطورية دائرية؟ كالطلقة المندفعة، لا أستطيع أن أمتنع عن التساؤل عن هذه الأشكال العائشة في الماء العذب والملوحيّ (سلاحف الحَمَسة terrapins)، التي هي أقارب لصيقة إلى السلاحف البرية. هل تحرك أسلافها مباشرةً من البحر إلى الماء المويلح ثم إلى الماء العذب؟ هل تمثل مرحلة وسيطة في الطريق من البحر عودةً إلى اليابسة؟ أم هل من الممكن أنها تؤلف عودتين أخريين أيضاً إلى الماء من أسلاف كانت سلاحف برية حديثة؟ هل تنقلت السلحفيات عودة وتقدماً في الزمن التطوريّ بين الماء واليابسة؟ هل يمكن أن يكون اللوح معاداً الكتابة عليه بكثافة أكثر مما اقترحته حتى الآن.

تذييل

في ١٩ مايو ٢٠٠٩، بينما كنت أصحح إثباتات هذا الكتاب، أعلن عن اكتشاف "حلقة مفقودة" بين الرئيسيات شبه الليمورية[1] والشبه قردية في الجريدة العلمية المباشرة على الإنترنت *PLOS One*. وقد دُعِيَ *Darwinius masillae*، لقد عاش منذ ٤٧ مليون عام ماضٍ في غابة مطيرة فيما يعرف الآن بألمانيا. زعم المؤلفون أنه أكمل متحجرة لرئيسيّ عُثِر عليها على الإطلاق: ليس فقط عظامه بل وبشرته وشعره وبعض الأعضاء الداخلية ووجبته الأخيرة (انظر الصفحة الملونة٩). على قدر جمال *Darwinius masillae* الذي لا شك فيه، فقد جاءت سُحُب دعاية متأخرة تحجب التفكير السليم. فطبقاً لجريدة *Sky News* إنها "الأعجوبة الثامنة للعالَم" التي تؤكّد أخيراً نظرية تشارلز دارْوِن عن التطور!. ياللعجب! يبدو أن الغموض غير المعقول على نحو مؤثر لمصطلح "الحلقة المفقودة" لم يفقد أياً من قوته.

[1] الليمور، الهبّار، الهوبر: حيوان شجري ليلي من الرئيسيات ذي عيون كبيرة وجسم طويل نحيف وذيل طويل، يُعتقَد أن من بعض أقربائه السلفيين تطورت القرود_م

الفصل السابع: أشخاص مفقودون؟ لم يعودوا مفقودين من بعدُ [تطور البشر]

إن معالجة دارْوِن لمسألة تطور البشر في كتابه الأشهر (عن أصل الأنواع) مقتصرة على ١٢ كلمة بشارية: "وسيُلقى ضوءٌ على أصل الإنسان وتاريخه". تلك هي الصياغة في الإصدار الأول، والذي هو الإصدار الذي أقتبس منه دوماً ما لم يُصرَّح بشيء مختلف في الطبعات اللاحقة. بحلول الإصدار السادس (والأخير)، سمح دارْوِن لنفسه بإضافة كلمة، فأصبحت العبارة: "والمزيد من الضوء سوف يُلقى...إلخ". أحب أن أتخيل قلمه موضوعاً فوق الطبعة الخامسة، بينما تفكر الرجل العظيم بحكمة ما إذا كان سيدلل نفسه برفاهية كلمة "كثير". وحتى مع هذه الكلمة، فإن في الجملة تقليل من الأمر محسوب.

لقد أجَّل دارْوِن بتروٍ مناقشته لتطور الإنسان إلى كتاب آخر، هو (تحدر الإنسان). ربما ليس من المفاجئ أن الجزئين الثاني والثالث من هذا العمل يكرسان مساحة أكبر لموضوع عنوانه الفرعي (الانتخاب في علاقته بالجنس) مستقصى بدرجة كبيرة في الطيور، أكثر من المخصصة لتطور البشر. ليس مفاجئاً لأن_في زمن كتابة دارْوِن_لم يكن هناك متحجرات عُثِر عليها على الإطلاق تربطنا إلى أوثق أنسبائنا ضمن القرود العليا. كان لدى دارْوِن القرود الحية فقط لينظر إليها، وقد استخدمها بشكل جيد، مجادلاً على نحو صحيح (ولوحده تقريباً) بأن أوثق أنسبائنا كلها أفريقية (الجوريلات والشيمبانزيات والبابون، ولم يكن الأخير مدركاً في تلك الأيام كنوع مختلف عن الشيمبانزي، لكنها كلها أفريقية أيضاً) ومتنبئاً لذا بأنه_لو عُثِر على متحجرات بشر سلفيين على الإطلاق_فأفريقيا هي مكان البحث.

لقد أسِف دارْوِن على ندرة المتحجرات، لكنه احتفظ بموقف متفائل بصددها. مقتبساً من Lyell_ناصحه الأمين والجيولوجي العظيم في زمنه_ فقد أشار إلى أن "في كل أصناف الفقاريات فإن اكتشاف بقايا متحجرة عملية بطيئة للغاية قائمة على الحظ". وأضاف: "ولا يجب أن يُنسى أن هذه المناطق الأكثر رجحاناً لأن تقدم بقايا تربط الإنسان مع بعض الكائنات المنقرضة الشبيهة بالقرود، لم تُنقَّب بعد من قِبَل الجيولوجيين". لقد عنى أفريقيا، ولم يساهِم في التنقيب حقيقةُ أن خلفاءه المباشرين تجاهلوا بدرجة كبيرة نصيحته، وبحثوا في آسيا بدلاً من ذلك.

في الواقع إنه في آسيا بدأت "الحلقة المفقودة" تصبح أقل فقداناً. لكن تلك المتحجرات المكتشفة أولاً كانت حديثة نسبياً، أقل من مليون عام ماضٍ، يعود تاريخها إلى الزمن الذي كان فيه البشريون[1] hominids قريبين إلى حد ما من البشر المعاصرين وقد هاجروا من أفريقيا ووصلوا إلى الشرق الأقصى. لقد دُعِيت متحجراتهم بـ(إنسان جاڤا[2]) و(إنسان بكين) على اسم مكاني اكتشافهما. لقد اكتُشِف إنسان جاڤا عالِم الأنثروبولوجي (علم السلالات البشرية) الدنماركيّ Eugene Dubois في عام ١٨٩١. لقد سماه *Pithecanthropus erectus*،

---

[1] الأنواع البشرية القريبة من البشر صلةً ويحتمل أن بعض أنواعها أسلاف لنا_م

[2] درجت عادتنا كعرب أن نسمي هذه الجزيرة الإندونيسية بجاوة، لعدم وجود حرف V في أصول العربية_م

إشارة إلى أنه حقق طموح حياته ووجد "الحلقة المفقودة". الاعتراضات جاءت من مصدرين متضادين. ما أكد له وجهة نظره على الأرجح: فالبعض قالوا أن المتحجرة لإنسان صرف، وآخرون أنه قرد جيبون ضخم. لاحقاً في حياته المنغصة سيئة المزاج يقيناً، استاء Dubois من الاقتراح القائل بأن متحجرات بكين الأحدث اكتشافاً مشابهة لإنسان جاڤا الذي اكتشفه. غيوراً على متحجرته، ولا نقول دفاعياً، اعتقد أن إنسان جاڤا فقط هو الحلقة المفقودة الصحيحة. وليؤكد التميز عن متحجرات إنسان بكين العديدة، وصفها بأنها أبعد صلةً بالإنسان الحديث، وأن إنسان جاڤا خاصته من Trinil وسيط بين البشر والقرود العليا:

"Pithecanthropus (إنسان جاڤا) لم يكن بشراً، بل نوع عملاق له علاقة بقرود الجيبون، رغم أنه متفوق على قرود الجيبون فيما يتعلق بحجم مخه الكبير للغاية ومميز في الوقت نفسه بقدرته على اتخاذ وضعية ومشية منتصبة. إن نسبة حجم المخ إلى حجم الجسد لديه ضعف ما لدى القرود العليا بشرية الشكل[1] anthropoid عامةً ونصف ما لدى الإنسان....

لقد كان الحجم المدهش للمخ_والذي هو كبير للغاية بالنسبة لقرد علوي، والصغير مقارنةً بمتوسط حجم المخ البشري، مع أنه ليس أصغر من أصغر مخ بشريّ_ هو ما قادني إلى الرأي الشامل تقريباً الآن أن (الإنسان القردي) من Trinil بجاڤا كان حقاً إنساناً بدائياً. مع ذلك، تشريحياً فإن قلنسوة الجمجمة تشابه بشكل وثيق التي للقرود العليا، خاصةً الجيبون..."

لم يكن ليُحسِّن مزاج Dubois أن الآخرين استدرجوه للقول بأن *Pithecanthropus* كان مجرد جيبون ضخم، لا كائن وسيط بين الجيبون والبشر على الإطلاق، وقد كان يُعنَى للغاية بإعادة التأكيد على موقفه الأبكر: "لا زلتُ_على نحو وطيد الآن أكثر من ذي قبل_أن *Pithecanthropus* من Trinil هو الحلقة المفقودة الحقيقية".

يستخدم الخلقيون من آن لآخر_كسلاح سياسي_الادعاء بأن دوبيوس Dubois تراجع عن ادعائه بأن *Pithecanthropus* كان بشراً قردياً. رغم ذلك، فإن منظمة (الإجابات في سفر التكوين) الخلقية قد أضافتها إلى قائمة البراهين المُكذَّبة التي يقولون الآن أنها يجب ألا تُستعمَل. لمصلحتهم أبقوا قائمةً كهذه على الإطلاق. كما قلتُ، فإن كلاً من عينات إنساني جاڤا وبكين الخاصة بـ*Pithecanthropus* قد بُرهِن في العصر الحالي أنها حديثة تماماً، أقل من مليون عام ماضٍ. إنها تُصنَّف الآن إلى جانبنا في الجنس *Homo* (البشريين)، محتفظة بنفس اسم النوع الذي أطلقه دوبيوس عليها *Homo erectus* [البشريّ منتصب القامة].

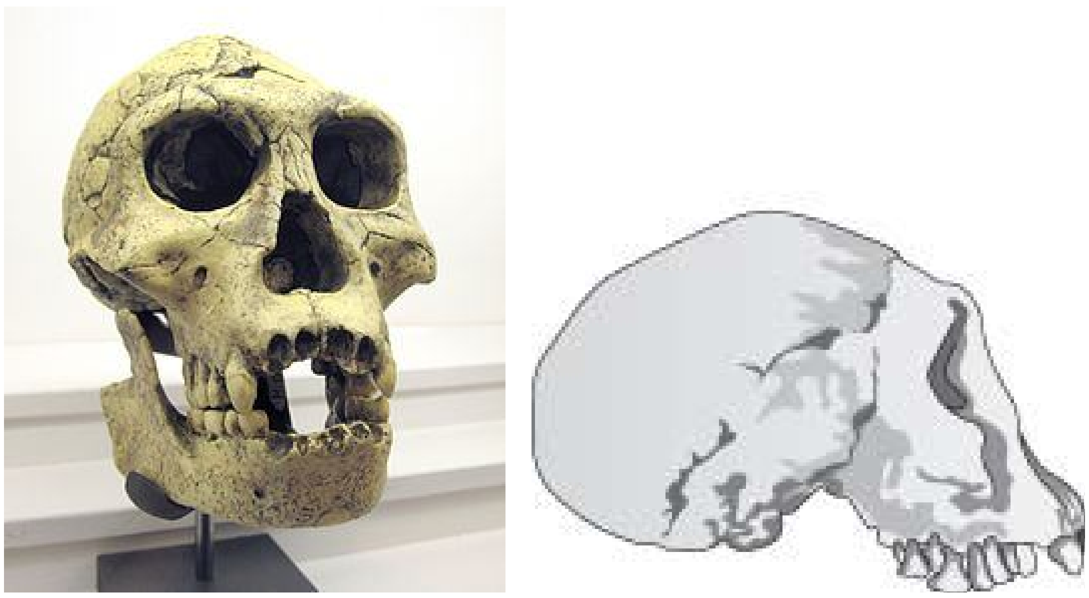
لقد اختار دوبيوس الجزء الغلط من العالم لبحثه المسيطر على ذهنه عن "الحلقة المفقودة". لقد كان طبيعياً لرجل ألماني أن يتوجه أولاً إلى شرق الإنديز الألماني، لكن رجلاً بتفانيه كان ينبغي أن يتبع نصيحة دارْون ويذهب إلى أفريقيا: لأن أفريقيا هي حيث تطور أسلافنا، كما سنرى. من ثم فماذا كانت تفعل هذه العينات للـ*Homo erectus* خارج أفريقيا؟ إن عبارة (خروجاً من أفريقيا) قد اقتُبِسَت من تعبير السيدة Karen Blixen[2] للإشارة إلى الخروج الكبير لأسلافنا من أفريقيا. إلا أنه قد كان هناك خروجان ومن الهام ألا

---

[1] يقصد هنا الشيمبانزي والبابون والأورانج تان إنسان الغاب والجوريلا_م

[2] كانت تكتب باسم أدبي مستعار هو Isak Dinesen، لكني أحب استعمال اسمها الحقيقي لأني قضيت وقت طفولتي الأبكر قرب كارين، في القرية عند سفح تلال Ngong Hills التي لا تزال مسماة باسمها.

نخلط بينهما. فحديثاً نسبياً، ربما أقل من مئة ألف عام ماضٍ، هجرت فرق مرتحلة من الإنسان العاقل *Homo sapiens* بدت مثلنا تقريباً من أفريقيا وتنوعوا إلى كل تلك الأعراق التي نراها حول العالم اليوم: الإسكيمو [الإنويت] والأمِركيين الأصليين [الهنود الحمر] والأستراليين الأصليين والصينيين والقوقازيين والشمال أفريقيين، وما إلى ذلك. إن تعبير (خروجاً من أفريقيا) تُستعمَل عادةً لهذا الخروج الحديث زمنياً. إلا أنه قد كان هناك خروج أبكر من أفريقيا، وخلَّف هؤلاء البشريون منتصبو القامة *erectus* الرواد متحجراتٍ في آسيا وأورُبا. تتضمن عينات جاڤا وبكين. إن أقدم متحجرة معرووفة خارج أفريقيا عُثِر عليها في بلد واقع بقلب آسيا هي جورجيا، ولُقِّب بـ(الإنسان الجورجيّ)، وهو إنسان شديد صغر الحجم تؤرخ جمجمته (المحفوظة جيداً حقاً) بالوسائل الحديثة بحوالي ١,٨ مليون عام ماضٍ. لقد سُمِّي *Homo georgicus* البشريّ الجورجيّ (من جانب بعض علماء التصنيف، رغم أن آخرين منهم لا يميزونه كنوع منفصل) للإشارة إلى أنه أكثر بدائية إلى حد ما من باقي اللاجئين المبكرين من أفريقيا، الذين يُصنّفون كلهم كـ*Homo erectus* . لقد اكتُشِفَت بعض الأدوات الحجرية أقدم قليلاً جداً من البشريّ الجورجي في ماليزيا تواً، مطلِقةً شرارة تنقيب جديد عن العظام المتحجرة في تلك الشبه جزيرة. لكن على أي حال، كل هذه المتحجرات الآسيوية المبكرة قريبة إلى حد ما من البشر الحديثين وكلها تُصنف في العصر الحالي ضمن الجنس *Homo* بشريين، لأجل أسلافنا الأبكر (*وأقاربهم_م*) ينبغي أن نذهب إلى أفريقيا. مع ذلك، لنتوقف هنيهة أولاً لنتساءل ما الذي نتوقعه من "حلقة مفقودة".



Homo georgicus



شيمبانزي

لنفترض_جدلاً_أننا أخذنا على محمل الجد المعنى الأصلي المشوش لمصطلح "حلقة مفقودة"، وبحثنا عن وسيط بين الشيمبانزي (انظر الصورة أعلاه) وأنفسنا. نحن لم نتحدر من الشيمبانزيات، لكنه رهان جيد أن السلف المشترك الذي نتشاركه معهم كان أكثر شبهاً

بالشيمبانزي مما هو بنا. بالأخص، هو ليس لديه مخ ضخم كالذي لنا، على الأرجح لم يمشِ منتصباً مثلنا، على الأرجح كان أكثر تشعراً منا بكثير، وبالتأكيد لم يكن لديه سمات بشرية متقدمة كاللغة. من ثم، فرغم أننا يجب أن نظل ثابتين في مواجهة سوء الفهم الشائع، في أننا لسنا متحدرين من الشيمبانزيات، إلا أنه يظل لا ضير في السؤال عما سيبدو عليه كائن وسيط بين شيء يشبه الشيمبانزي وبيننا. حسناً، إن الشَعر واللغة لا تتحجر مطلقاً، لكن يمكننا الحصول على إشارات جيدة عن حجم المخ من الجمجمة، وإشارات جيدة عن المشية من مجمل الهيكل العظمي (بما فيه الجمجمة، لأن الثقبة الكبرى *foramen magnum*، وهي الحفرة لمرور الحبل الشوكي، تتجه إلى الأسفل في الماشين على قدمين، وإلى الخلف أكثر في الماشين على أربع. إن المرشحين المحتملين كحلقات مفقودة قد يكونون على أيٍ من الخصائص التالية:

١–حجم دماغ وسيط ومشية وسيطة: ربما كنوع من الانحناء بتثاقل عوضاً عن الوضع المنتصب بفخر المفضل للرقيب أول وسيدات المجتمع.

٢– مخ بحجم مخ الشيمبانزي مع مشية بشرية منتصبة.

٣–مخ كبير أكثر شبهاً بالبشريّ، مع مشي على كل الأطراف الأربع كالشيمبانزي.

من ثم، واضعين هذه الاحتمالات في ذهننا، لنفحصْ بعضاً من المتحجرات الأفريقية الكثيرة المتاحة اليوم لنا، لكن لسوء حظ دارْوِن لم تكن متاحة له.

السجل الحفريّ للجنس Homo أو البشريين

يُثبت الدليل الجزيئيّ (الذي سأتعرض له في الفصل العاشر) أن السلف المشترك الذي نتشاركه مع الشيمبانزيات عاش منذ حوالي ستة ملايين سنة أو أقدم بقليل، لذا فلنرصد انشقاق الاختلاف وننظر إلى متحجرات عمرها حوالي ثلاثة ملايين سنة. أشهر متحجرة من عهد النشأة هذا هي "لوسي" المصنفة من قِبَل مكتشفها في إثيوبيا–عفار Donald Johanson، كقرد جنوبيّ بشرانيّ عفاريّ *Australopithecus afarensis*. للسف لدينا شظايا فقط من جمجمة لوسي، لكن فكها السفلي محفوظ جيداً على نحو استثنائي. لقد كانت صغيرة [الحجم] بالمقاييس المعاصرة، وإن كانت ليست بصغر البشرانيّ الفلورسيّ *Homo floresiensis*، الكائن البشريّ الضئيل الذي لقبته الصحف على نحو مزعج بالـ"قزم"، والذي انقرض على نحو مخيب للآمال حديثاً نسبياً على جزيرة فلورس Flores في إندونيسيا. إن الهيكل العظمي للوسي كامل على نحوٍ كافٍ ليقترح بأنها مشت منتصبة على الأرض، لكنها على الأرجح التمست أيضاً المأوى في الأشجار، حيثما كانت متسلقاً رشيقاً. إن هناك دليلاً قوياً على أن العظام المعزوّة للوسي قد جاءت كلها حقاً من فرد واحد. هذا لا ينطبق على ما يسمى بـ"الأسرة الأولىط، وهي مجموعة من العظام من ثلاثين فرداً على الأقل، مشابهة للوسي وتقريباً من نفس العهد، والذين اندفنوا معاً بطريقة ما، أيضاً في إثيوبيا. تعطي الأجزاء من "لوسي" ومن "الأسرة الأولى" فكرة جيدة عما كان يشبه القرد الجنوبي العفاري *Australopithecus afarensis*، إلا أنه من العسير عمل إعادة بناء كاملة موثوق بها من قطع لأفراد مختلفين عديدين. لحسن الحظ، اكتُشِفَت جمجمة كاملة حقاً تُعرَف بـAL 444-2 في عام ١٩٩٢ في نفس المنطقة بإثيوبيا، وهذا أكد إعادات البناء التجريبية التي قد قيم بها من قبل.

إن النتيجة من الدراسات على لوسي ونوعها هي أنهم كان لديهم أمخاخ بنفس حجم ما للشيمبانزي،لكن_بخلاف الشيمبانزيات_ساروا منتصبين على قدميهم الخلفيتين، كما نفعل. وهو ثاني الثلاثة سيناريوهات الافتراضية. كانت لوسي تشبه نوعاً ما شيمبانزياً ماشياً بانتصاب قامة. إن مشيهم على قدمين قد أُكِّد على نحو دراميّ بآثار الأقدام المثيرة للعواطف بحدة المكتشفة من قِبَل Mary Leakey في رماد بركانيّ متحجر. هذه كانت إلى الجنوب أكثر، في Laetoli في تنزانيا، وهي أقدم من لوسي وAL 444-2، تعود إلى حوالي ٣,٦ ملايين سنة. إنها تُنسَب عادةً إلى زوجٍ من القرد البشراني الجنوبيّ *Australopithecus afarensis* مشيا سوياً (ربما يداً بيد؟)، إلا أن ما يهم هنا هو أنه بحلول ٣,٦ ملايين عام ماضٍ، مشى قرد علوي منتصب القامة على الأرض، على قدمين واللتان كانتا تشابهان الخاصة بنا تقريباً، رغم أن مخه كان بحجم الذي للشيمبانزي.



AL 444-2



آثار أقدام Laetoli

يبدو من المرجح أن النوع الذي ندعوه *Australopithecus afarensis* القرد الجنوبي العفاري_نوع "لوسي"_تضمَّن أسلافنا منذ ثلاثة ملايين سنة ماضية. توجد متحجرات أخرى وُضِعَت تحت تصنيف أنواع أخرى مختلفة من نفس الجنس *Homo*، ومن المؤكد فعلياً أن أسلافنا كانوا أعضاءً في هذا الجنس.

إن أول جنس Australopithecine قرد بشرانيّ جنوبيّ اكتُشِف، كعينة نوع للجنس، كان ما يُدعى بطفل توانج Taung. لقد افتُرِسَ من قِبَل نسر، في عمر الثلاثة أعوام ونصف. إن الدليل هو أن علامات الضرر على محجري العينين مطابقة للعلامات المعمولة من قِبَل نسور اليوم على قرود اليوم عندما تمزق عيونها. يالطفل توانج المسكين، صرختَ هباءً أدراجَ الرياح بينما حُمِلتَ طيراناً من قِبَل الافتراس النسريّ المعقوف، ولن تواسيك شهرتُك المقدَّرة لك، بعد مرور ٢,٥ مليون سنة، كعينة نوع *Australopithecus africanus*. يالَأم توانج البائسة النائحة في العصر البليوسينيّ.

لقد كانت العينة هي أول فرد لنوعٍ جديد يُسمى ويُمنح رسمياً ملصقاً تعريفياً بكراً في متحف. نظرياً، فإن المكتشفات اللاحقة تُقارَن مقابل العينة النمطية له لرؤية إن كانت تتشابه. لقد اكتُشِف طفل توانج Taung ومُنِح تصنيف اسم جنس ونوع جديد من قِبَل عالم الأنثروبولوجي الجنوب إفريقيّ Raymond Dart في عام ١٩٢٤م.

ما الفرق بين (الجنس) و(النوع)؟ لِنجِبْ على هذا السؤال سريعاً في طريقنا، قبل المضي: إن الجنس تقسيم أكثر شمولاً. والنوع ينضوي ضمن الجنس، وكثيراً ما يتشارك الجنسَ مع أنواع أخرى. إن الـ*Homo erectus* البشري منتصب القامة والـ*Homo sapiens* الإنسان العاقل هما نوعان ضمن الجنس *Homo* بشريون. إن الـ*Australopithecus africanus* القرد الجنوبي الأفريقي والـ *Australopithecus afarensis* القرد الجنوبي العفاري هما نوعان ضمن الجنس القرد البشراني الجنوبي. إن الأسماء اللاتينية العلمية لحيوان أو نبات تتضمن دوماً اسماً للجنس (ذو حرف استهلالي كبير كابيتال) متبوعاً باسم النوع (دون حرف كبير). وكلاهما يُكتبان بحروف طباعية مائلة. على سبيل المثال، كما في *Homo sapiens neanderthalensis* الإنسان العاقل من النوع النياننـدرثاليّ. كثيراً ما يختلف علماء التصنيف في الأسماء. فعلى سبيل المثال، سيتحدث الكثيرون عن *Homo neanderthalensis* وليس *Homo sapiens neanderthalensis* ، رافعين النياننـدرثال من نوعٍ فرعيّ إلى مرتبة نوع. كثيراً أيضاً ما يُختلَف على أسماء الأجناس والأنواع، وكثيراً ما تتغير مع التنقيحات المتعاقبة في الأدب العلمي. فكان *Paranthropus boisei* القرد شبه البشري الغليظ_في زمن اكتشافه_يُدعى *Zinjanthropus boisei* و*Australopithecus boisei* [1] القرد الجنوبي الغليظ أو القويّ، ولا زال كثيراً ما يُشار إليه_بشكل غير رسميّ_كقرد جنوبيّ بشراني Australopithecine غليظ أو جِفْر ، كمقابل للنوعين الرشيقين النحيلين من *Australopithecus* المشار إليهما أعلاه (الأفريقي والعفاري). إن إحدى الرسائل الأساسية لهذا الفصل تتعلق بالطبيعة الاعتباطية إلى حد ما في التصنيف في علم الحيوان.

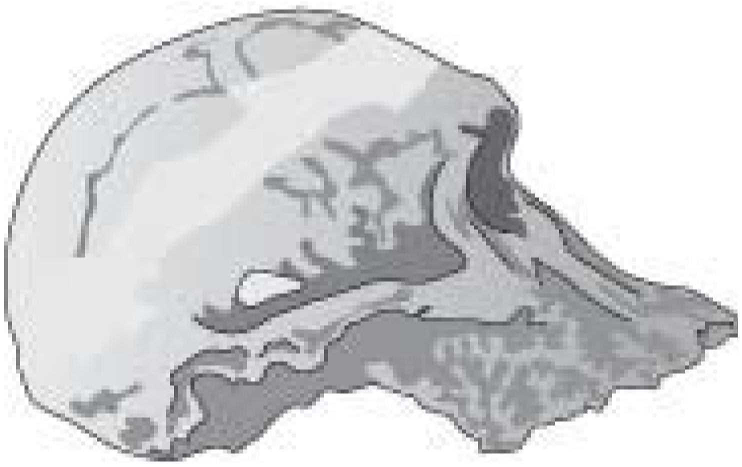
ما زلت آمل على نحوٍ عبثيّ

إذن، فقد أعطى Raymond Dart اسم *Australopithecus* لطفل Taung، عينة النوع من الجنس، ونحن ملزمون بهذا الاسم غير الإبداعيّ على نحو محزن لسلفنا منذ ذلك. إنه يعني ببساطة (القرد الجنوبيّ)، فلا علاقة له بأستراليا، والتي تعني بدورها (الدولة الجنوبية). ربما تفكر أن Dart كان يمكنه أن يفكر في اسم أكثر إبداعاً لمثل هذا الجنس الهام. ربما خمن حتى أن أعضاء آخرين من نفس الجنس سيُكتَشفون لاحقاً شمال خط الاستواء.

أقدم قليلاً من طفل توانج Taung، إحدى أهم الجماجم المحفوظة على نحو بديع مما لدينا، رغم افتقادها الفك السفلي، تدعى "الآنسة بلِز" Mrs Ples. التي قد تكون في الحقيقة ذكراً ضئيلاً عوضاً عن أنثى كبيرة، حازت "لقبها" لأنها كانت مصنفة في الأصل في الجنس *Plesianthropus*. الذي يعني (إنسان تقريباً)، والذي هو اسم أفضل من (القرد الجنوبيّ). ربما أمل المرء أن_عندما قرر علماء التصنيف

[1] بخلاف الأمراض التي تسمى باسم مكتشفيها، فإن الأنواع الجديدة تسمى من قِبَل مكتشفيها لكن ليس بأسمائهم أبداً. إنها فرصة لطيفة لعلم أحياء ليكرم آخر أو_كما في تلك الحالة_اسم متبرع. ليس مستغرباً، فإن زميلي المتميز الراحل W. D. Hamilton قد كُرِّم عدة مرات بهذا الأسلوب. لقد كان أحد أعظم خلفاء دارْوِن في القرن العشرين. كان له الأسلوب الأسيف المذكِّر بشخصية Eeyore للروائي A. A. Milne (لكن ليس نسخة والت ديزني البائسة بالتأكيد). في إحدى المرات كان على قارب صغير في بعثة على الأمازون عندما لسعه دبور. ولعلمه كم كان عالم حشرات عظيم، سأله رفيقه: يا Bill، هل تعرف اسم ذلك الدبور؟ تذمر Bill بكآبة بأكثر صوت حزين له: "نعم، كمسألة حقيقة فإنه يُسمّى باسمي.

اللاحقون أن Mrs Ples ونوعها كانوا من نفس جنس طفل Taung، أن *Plesianthropus* سيصبح اسماً لهم جميعاً. للأسف، فإن قواعد التسمية في علم الحيوان متزمتة إلى درجة التحذلق. فأسبقية التسمية تأخذ الأولوية على المعنى والملاءمة. (القرد الجنوبي) ربما يكون اسماً رديئاً لكن بغض النظر، فهو يسبق زمنياً الاسم الأكثر معقولية *Plesianthropus* ويبدو أننا ملزمون به، ما لم....ما زلت آمل عبثاً أن يكتشف شخص، في درج مغبر بمتحف جنوب إفريقي، متحجرة منسية منذ زمن طويل، من نفس نوع Mrs Ples وطفل Taung بوضوح، لكنها تحمل الملصق المخربش عليه "عينة نوع *Hemianthropus* –١٩٢٠" [*تعني نصف بشريّ_م*]. في لحظة، ستغيِّر كل المتاحف في العالَم فورياً ملصقاتها على العينات والقوالب المنسوخة المكتوب عليها *Australopithecus*، وستحتاج كل الكتب والمقالات عن بشرانيي hominids ما قبل التاريخ إلى التلاؤم. وستعمل برامج معالجة الكلمات حول العالم لساعات إضافية لاكتشاف أي ورودات لكلمة *Australopithecus* واستبدالها بـ*Hemianthropus*. لا يمكنني التفكير في أي حالة أخرى يكون للقواعد الدولية فيها قوة كافية لإملاء تغيير على مستوى عالميّ وبأثر رجعيّ للغة خلال الليل فجأة.





'Mrs Ples' H1MG2

الآن، من أجل موضوعي التالي الهام عن الحلقات المفقودة زعماً واعتباطية الأسماء. فبوضوح، عندما غُيِّرَ اسم النوع لـMrs Ples من *Plesianthropus* إلى *Australopithecus*،لم يتغير شيء في العالم الواقعي على الإطلاق. يُفترَض ألا أحد سيُغرى بالتفكير في شيء آخر. بل باعتبار الحالات المماثلة حيث يُعاد فحص متحجرة وتُنقَل_لأسباب تشريحية_من جنس إلى آخر، أو حيث يُختلَف على موقف اسمها الجنسي، وهذا يحدث متكرراً كثيراً، من قِبَل علماء أنثروبولوجي متنافسين، فإنه_رغم كل شيء_جوهري لمنطق التطور أن لابد أن يكون قد وُجِد أفراد يتموضعون بالضبط على الخط الحدودي الفاصل بين جنسين، لنقل مثلاً *Australopithecus* و*Homo* . إنه يسهل النظر إلى جمجمتي Mrs Ples والإنسان العاقل المعاصر *Homo sapiens*، ثم القول: نعم، لا شك أن هاتين الجمجمتين تنتميان إلى جنسين مختلفين. فإن افترضنا_كما يقبل كل أنثروبولوجي تقريباً اليوم_أن كل أعضاء الجنس *Homo* قد تحدرروا من أسلاف تنتمي إلى الجنس الذي ندعوه *Australopithecus*، فالبضرورة ينتج عن ذلك أن في نقطةٍ ما على طول سلسلة التحدر من نوع إلى آخر، لابد أن كان قد وُجِد فرد واحد على الأقل يتموضع على الحد الفاصل بالضبط. هذه نقطة مهمة، لذا فلأستفِضْ فيها أطول قليلاً.



KNM ER 1813



KNM ER 1470

واضعين في ذهننا شكل جمجمة Mrs Ples كممثلة لـ*Australopithecus africanus* منذ ٢,٦ ملايين عام ماضٍ، فأَلقِ نظرة على صورة الجمجمة أعلاه، المسماة KNM ER 1813، ثم انظر إلى الصورة التي تحتها، المسماة KNM ER 1470. كلاهما يؤرَّخ بحوالي ١,٩ مليون سنة ماضية تقريباً، وكلاهما يوضعان من قِبَل معظم المرجعيات في الجنس *Homo* . اليوم، يصنَّف 1813 كـ*Homo habilis* [البشريّ صانع الأدوات_م]، لكنه لم يكن كذلك دوماً. وحتى مؤخراً، كان 1470 أيضاً [يُصنَّف كـ*Homo habilis* _م]، لكن هناك الآن حراكاً يجري لإعادة تصنيفه كـ*Homo rudolfensis*. مرة أخرى، انظر كم هي تسمياتنا متقلبة ومؤقتة. لكن مهما يكن، فكلاهما له موضع قدم متفَق عليه بجلاء في الجنس *Homo*. الفارق الواضح عن Mrs Ples ونوعها أنها كان لها وجه أكثر بروزاً للأمام وجمجمة مخ أصغر [منهما_م]. فيما يتعلق بهذين الأمرين، يبدو 1813 و1470 أكثر بشريةً، في حين تبدو Mrs Ples أكثر شبه قردية.

الآن، انظر إلى الجمجمة أدناه، المسماة 'Twiggy' 'Twiggy' "تويجي" تُصنف أيضاً عادةً حالياً كـ*Homo habilis*. لكن خطمها المتموضع إلى الأمام كان مربكاً ويقترح بشدة انتماءها إلى نوع Mrs Ples أكثر مما إلى 1470 أو 1813. ربما لا تُفاجَأ عند إخبارك أن قد وضعها بعض الأنثروبولوجيين في الجنس *Australopithecus* وآخرون في *Homo*. في الحقيقة، كل من هذه الثلاث متحجرات قد صُنِّف _في أزمنة متعددة_كـ*Homo habilis* وكـ*Australopithecus habilis* . وكما قد دونت من قبل، أعطت بعض المرجعيات في بعض الأوقات لـ1470 اسم نوع مختلف، مغيرين *habilis* إلى *rudolfensis*. وبعد كل شيء آخر، أُلحِق اسم النوع *rudolfensis* بكلا اسمي

الجنسين *Australopithecus* و*Homo*. باختصار، فقد دُعِيَت هذه المتحجرات الثلاثة على نحو متباين، من قِبَل مرجعيات مختلفة في أزمنة مختلفة، بهذه السلسلة من الأسماء:



'Twiggy' OH 24

KNM ER 1813: *Australopithecus habilis*, *Homo habilis*

KNM ER 1470: *Australopithecus habilis*, *Homo habilis*, *Australopithecus rudolfensis*, *Homo rudolfensis*

OH 24 ('Twiggy'): *Australopithecus habilis*, *Homo habilis*

هل ينبغي أن يهز هذا الارتباك ثقتنا في العلم؟ بل العكس تماماً. إنه بالضبط ما ينبغي أن نتوقعه، مفترضين أن هذه الكائنات جميعاً متوسطات تطورية، حلقات كانت سابقاً مفقودة لكنها لم تعد مفقودة. إننا ينبغي أن نقلق إن لم يكن هناك كائنات متوسطة قريبة للغاية من الخطوط الفاصلة بحيث يصعُب تصنيفها. في الحقيقة، حسب وجهة النظر التطورية، إن التباحث على الأسماء المتمايزة كان سيصير في الحقيقة مستحيلاً لو كان السجل الحفري أكثر اكتمالاً فحسب. من ناحية واحدة، فإنه حظ سعيد أن المتحجرات نادرة للغاية. فلو كان لدينا سجل حفري متواصل وغير منقطع، فإن هبة الأسماء المتمايزة للأنواع والأجناس كانت ستصير مستحيلة، أو على الأقل مستشكَلة للغاية. إنه استنتاج سليم أن مصدر الخلاف الغالب بين علماء السلالات البشرية القديمة_عما إذا كان كذا أو كذا من المتحجرات ينتمي إلى هذا النوع/ أو الجنس أو ذاك_تافه على نحو عميق ومثير للانتباه.

تخيل في ذهنك الفكرة الافتراضية أننا كان يمكن أن نكون_مع بعض الحظ_مُسْعَدين بسجل حفري متصل لكل التغير التطوريّ، دون حلقات مفقودة على الإطلاق. الآن انظر إلى الأربعة أسماء اللاتينية التي قد أُطلِقَت على KNM 1470. بحسب الظاهر، فإن التغيير من *habilis* إلى *rudolfensis* يبدو تغييراً أصغر من التغيير من *Australopithecus* إلى *Homo*. فإن نوعين ضمن جنسٍ أشبهُ ببعضهما الآخر عن جنسين. أليسا كذلك؟ أليس ذلك هو الأساس السليم للتمييز بين مستوى الجنس (مثلاً *Homo* أو *Pan* كجنسين اختياريين للقرود العليا الأفريقية) ومستوى النوع (مثلاً *troglodytes* أو *paniscus* ضمن جنس الشيمبانزي) في تسلسل التصنيف؟ حسناً، نعم، ذلك صحيح عندما نصنف حيوانات معاصرة، والتي يمكن التفكير فيها كأطراف على غصينات الشجرة التطورية، مع أسلافها في اتجاه الداخل نحو جذع الشجرة ميتين على نحو مريح تماماً وغير معيقين لنا. على نحو طبيعي، فإن الغصينات المرتبطة ببعضها الآخر إلى

الوراء أبعد (أبعد في الاتجاه الداخلي نحو جذع الشجرة) ستميل إلى أن تكون أقل تشابهاً من اللاتي نقاط اتصالها أقرب إلى الأطراف (سلف مشترك أحدث). تصلُح المنظومة، طالما لا نحاول تصنيف الأسلاف الميتين. لكن ما أن نُضمِّنها سجلَنا الحفريّ الكامل الافتراضيّ، ستنهار كل عمليات الفصل المُحكَمة. ستصير الأسماء المتمايزة_كقاعدة عامة_مستحيلة الاستعمال. يمكننا أن نرى هذا بسهولة لو مشينا باستمرار رجوعاً إلى الخلف عبر الزمن، مع أننا قمنا بهذا من قبلُ مع الأرانب في الفصل الثاني من الكتاب.

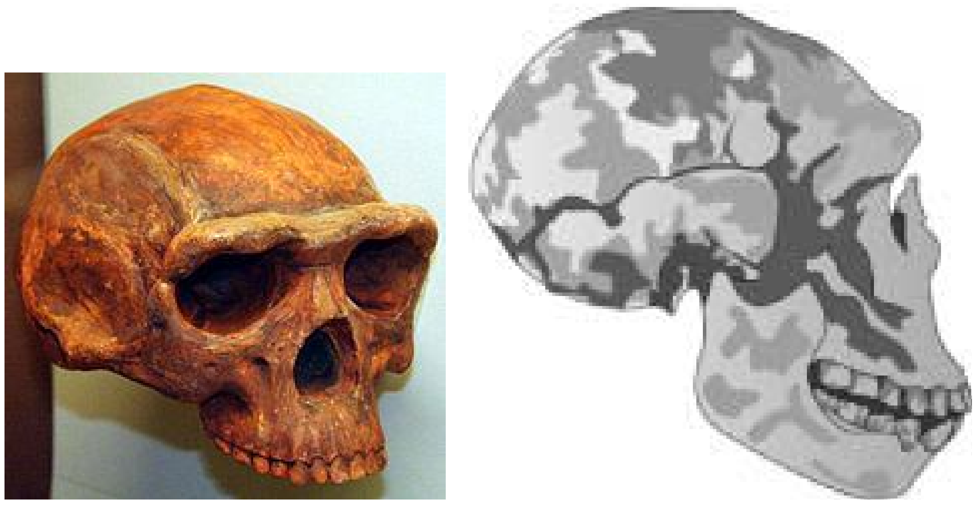
بينما نقتفي أثر سلسلة تحدر الإنسان العاقل الحديث modern *Homo sapiens* نحو الماضي، لابد أن يأتي زمن كان فيه الاختلاف عن البشر الأحياء اليوم كبيراً بدرجة كافية ليستحق اسم نوع مختلف، على سبيل المثال *Homo ergaster*. ومع ذلك، ففي كل خطوة في الطريق [إلى الماضي]، كان الأفراد كما يُفترَض مشابهين بدرجة كافية لآبائهم ولأبنائهم ليوضعوا في نفس النوع. الآن نعود إلى الخلف أكثر زمنياً، مقتفين سلسلة تحدر *Homo ergaster*، ولابد أن يأتي زمن نصل فيه لأفراد مختلفين بدرجة كافية عن "الاتجاه السائد" للـ*Homo ergaster* ليستحقوا اسم نوع مختلف، مثلاً *Homo habilis*. والآن نصل إلى مربط فرس هذا البرهان. فبينما نعود إلى الخلف زمنياً مستمرين، لابد أن نبدأ عند نقطة ما في مقابلة أفراد مختلفين على نحوٍ كافٍ عن الإنسان العاقل الحديث ليستحق اسم جنس مختلف، مثلاً *Australopithecus*. المعضلة هي أن "مختلف على نحو كافٍ عن الإنسان العاقل الحديث" أمر آخر تماماً عن "مختلف على نحو كافٍ عن أقدم *Homo* بشريين، والمشار إليه هنا هو *Homo habilis* [الإنسان صانع الأدوات الأول_م]. إن التفكير بأن أول نموذج للـ*Homo habilis* يولَد، كان والداه *Australopithecus*، وانتمى إلى جنس مختلف عن والديه؟ هذه محض حماقة! نعم إنها بالتأكيد كذلك. لكنها لا يُلام عليها في الحقيقة، فهذا هو إصرارنا البشريّ على إقحام كل شيء في صنفٍ مسمًّى. في الواقع، لم يكن هناك مثل هذا الكائن أول نموذج للـ*Homo habilis*. وليس هناك نموذج أول لأي نوع أو جنس أو رتبة أو صنف أو شعبة. إن كل كائن قد وُلِدَ من قَبْلُ كان سيُصنَّف_لو كان هناك عالم حيوان بالجوار للقيام بالتصنيف_على أنه ينتمي إلى نفس النوع بالضبط كوالديه وأبنائه. مع ذلك، بالإدراك المتأخر للعصر الحديث، ومع فائدة_نعم، بهذا المعنى المتناقض لكلمة فائدة_حقيقةِ كون معظم الحلقات مفقودة، أصبح التصنيف إلى أنواع وأجناس وعشائر ورتب وأنواع وشُعَب ممكناً.

كنت أتمنى لو كان لدينا حقاً قافلة كاملة غير منقطعة من المتحجرات، كتسجيل سينِمائي لكل التغيرات التطورية كما حدثت. أتمنى ذلك، على الأقل لأني كنت سأحب أن أرى نظرة الغباء على وجوه علماء الحيوان والأنثروبولوجيين [علماء السلالات البشرية] هؤلاء الذين ينهمكون في ضغائن مستمرة مدى الحياة مع بعضهم الآخر على ما إذا كانت كذا أو كذا من المتحجرات تنتمي إلى هذا النوع أو ذاك، هذا الجنس أو ذاك. أيها السادة المحترمون أنتم تتجادلون على الكلمات، لا على الحقيقة. وكما قال دارْوِن نفسه، في كتابه (سلالة الإنسان)[1]: *"في سلسلة من الأشكال متدرجةً على نحو ضئيل غير محسوس من كائن ما شبيه بالقرد أكثر من الإنسان كما يتواجد الآن، فسيكون مستحيلاً تعيين مرحلة محددة حيث يجب أن يُستعمَل مصطلح ' إنسان ' "*.

ولننتقلْ عبر المتحجرات، ونتظر إلى حلقات أحدث إلى حد ما بين تلك اللاتي لم تعد مفقودة، رغم أنها كانت مفقودة في زمن دارْوِن. أيّ متوسطات يمكن أن نجد بين أنفسنا والكائنات العديدة مثل 1470 و Twiggy، التي تُدعَى أحياناً *Homo* وأحياناً

[1] صدرت ترجمة عربية له عن الهيئة المصرية العامة للكتاب تحت عنوان (نشأة الإنسان)، لكن ما فيه من معلومات متأخر جداً مقارنة بعلومنا الحديثة، لكننا ننبهر بقدرات دارْوِن العلمية وبصيرته الفذة حقاً الصائبة في معظم الحالات.

Australopithecus؟ لقد قابلنا فعلياً بعضاً منهم، كإنسان جاڤا وإنسان بكين، المصنفان عادةً كـ*Homo erectus* [الإنسان منتصب القامة]. إلا أن هذين الاثنين عاشا في آسيا، وهناك دليل قويّ أن معظم تطورنا البشريّ حدث في أفريقيا. لقد كان إنسان جاڤا وإنسان بكين ونوعهما مهاجرين من القارة الأم أفريقيا. أما ضمن أفريقيا نفسها، فإن مكافئيهم يُصنَّفون في الوقت الحاضر عادةً كـ *Homo ergaster*، رغم أنهم دُعُوا جميعاً لسنوات كثيرة بـ *Homo erectus*. مثال توضيحي آخر أيضاً لتقلب إجراآت تسمياتنا. إن أشهر عينة لـ*Homo ergaster* ، وأحد أكمل المتحجرات قبل البشرية والتي عُثِر عليها على الإطلاق، هو وَلَد توركانا Turkana، أو صبيّ Nariokotome، الذي اكتشفه Kamoya Kimeu، منقب المتحجرات اللامع في فريق Richard Leakey's team من علماء المتحجرات.



Homo erectus

عاش صبيّ توركانا منذ ١,٦ مليون سنة ماضية تقريباً. ومات بعمر حوالي إحدى عشرة سنة. هناك دلالات على أنه كان سينمو لطول ستة أقدام (١٨٢,٨٨ سم) لو عاش حتى سن البلوغ. حجم مخه البالغ المتوقع كان سيكون حوالي تسعمئة سنتيمتر مكعب. هذا كان مثالياً بالنسبة لأمخاخ *Homo ergaster/erectus* التي تفاوتت فيما حول ١٠٠٠ سم^{3}. إنه أصغر على نحو ملحوظ من أمخاخ البشر المعاصرين، والتي تتراوح ما بين ١٣٠٠ و١٤٠٠ سم^{3}، لكنها أكبر من *Homo habilis* (حوالي ٦٠٠ سم^{3}) والتي بدورها كانت أكبر من مخ *Australopithecus* (حوالي ٤٠٠ سم^{3}) والشيمبانزيات (حوالي نفس الرقم). ستتذكر أننا قد استنتجنا أن أسلافنا منذ ثلاثة ملايين سنة ماضية كان لهم أمخاخ كالتي للشيمبانزي لكن مشوا على قدميهم الخلفيتين. من هذا قد نستنتج أن الجزء الثاني من القصة_من ثلاثة ملايين سنة ماضية إلى الوقت الحاضر_ستكون قصة ازدياد حجم المخ، وهكذا قد ثبُتَ بالفعل.

إن *Homo ergaster/erectus*_الذي لدينا منه الكثير من عينات المتحجرات_حلقة مقنعة جداً في منتصف المسافة، لم تعد مفقودة، بين *Homo sapiens* الإنسان العاقل المعاصر والـ*Homo habilis* [الإنسان صانع الأدوات] منذ مليوني سنة ماضية، والذي بدوره حلقة جميلة بالعودة إلى *Australopithecus* منذ ثلاثة ملايين سنة ماضية، والذي_كما رأينا_يمكن أن يوصَف تقريباً كشيمبانزي ماشٍ منتصباً. فكم من حلقاتٍ تحتاج، قبل أن تُسَلِّم أنها لم تعد "مفقودة"؟ وهل يمكننا أيضاً أن نسد الفجوة بين الـ*Homo ergaster* والـ *Homo sapiens* modern الإنسان العاقل الحديث؟ أجل، فلدينا خزين ثريّ من المتحجرات، تغطي مئات آلاف السنوات القلائل الأواخر، التي تتوسط بينهما. بعضها قد أُعطِيَ أسماء وأنواع مثل *Homo heidelbergensis* [بشري هيلدبرج]، و*Homo rhodesiensis* [بشري روديسيا] و*Homo neanderthalensis* [البشري النياندرثالي]. يُسمى آخرون (وأحياناً يكونون هم أنفسهم) إنسان عاقل "قديم"

أو "بدئيّ" archaic' *Homo sapiens*'، لكن_كما أظل أكرر_الأسماء لاتهم. ما يهم هو أن "الحلقات" لم تعد "مفقودة". الأشكال الوسيطة تكثُر.

اذهب فحسب وانظر

إذن، فلدينا توثيق حفري رائع للتغير التدريجي، على طول الطريق من "لوسي" أو القرد الجنوبي العفاريّ ، القرد شبيه الشيمبانزي السائر منتصباً منذ ثلاثة ملايين سنة ماضية، حتى أنفسِنا في العصر الحالي. كيف يكافح منكرو التاريخ مع هذا الدليل؟ بعضهم بالإنكار الحرفي. لقد واجهت هذا في مقابلة قمت بها للوثائقي التليڤزيوني للقناة الرابعة البريطانية (عبقرية تشارلز داروِن) في عام ٢٠٠٨. لقد كنت أقابل Wendy Wright رئيسة "النساء المَعنيّات بأمِركا". كان رأيها أن "حبة الدواء الصباحية هي الصديق الأفضل لتعشق الأطفال" مقدمةً فكرة جيدة عن قدراتها التفكيرية، وقد حقّقَت المتوقع خلال مقابلتنا. إن جزءً صغيراً فقط من المقابلة استُعمِل للبرنامج الوثائقي التليڤزيوني التالي أدناه هو نسخة أكثر اكتمالاً، لكن بوضوح لأجل أغراض هذا الفصل اقتصرت على المواضع حيث ناقشنا السجل الحفري لأسلاف البشر.

ويندي: ما أعود لقوله أن التطوريين لا زالوا يفتقدون تأييد العلم لهم، بل بدلاً من ذلك ما يحدث هو أن العلم الذي لا يعزز الحجة لصالح التطور يُراقَب. مثل أنه ليس هناك دليل على التطور بانتقالٍ من نوع إلى نوع آخر. لو كان كذلك، لو أن التطور قد حدث من ثم بالتأكيد سواء انتقل من طيور إلى ثدييات[1]، أو، أو حتىأكثر من ذلك، لكان هناك على الأقل بالتأكيد دليل واحد.

ريتشارد: هناك كم ضخم من الأدلة. أنا آسف لكنكم يا قوم تظلون ترددون ذلك كنوع من تعويذة المانترا لأنكم، لأنكم تستمعون فحسب إلى بعضكم الآخر. أعني لو أنكِ فقط فتحتِ عينيك فحسب ونظرتِ إلى الأدلة.

ويندي: أرِني إياها، أرني ال، أرني العظام، أرني الجثة، أرني الدليل على المراحل في الوسط من نوع إلى آخر.

ريتشارد: كل مرة تُكتشَف متحجرة تكون بين نوع وآخر، تقولون يا رفاق: "آه، الآن حصلنا على فجوتين، حيث كان هناك واحدة فقط". أعني كل متحجرة تقريباً تجدونها هي وسيطة بين شيء وشيء آخر.

ويندي (ضاحكةً): إن كان هذا هو ما عليه الأمر، فإن متحف Smithsonian للتاريخ الطبيعي كان سيكون ممتلئاً بهذه الأمثلة، لكنه ليس كذلك.

---

[1] تكشف هذه الجملة عن جهلها المطبق بتاريخ الأحياء، فالعلم يقول أن كلا فرعي الثدييات والطيور نشأ من نوعين مستقلين من الزواحف، متطورين تدريجياً، فلم ينشأ أحدهما من الآخر_م.

ريتشارد: إنه كذلك، إنه كذلك...ففي حالة البشر، فمنذ زمن دارْوِن هناك حالياً كم ضخم من الأدلة عن الأشكال الوسيطة في المتحجرات البشرية وقد حصلتِ على أنواع عديدة من الـ*Australopithecus* [*القرد الجنوبيّ البشرانيّ*] كمثال، و...ثم حصلتِ على الـ *Homo habilis* [*البشريّ صانع الأدوات*]. هؤلاء أشكال متوسطة بين *Australopithecus* الذي كان نوعاً أقدم و*Homo sapiens* [الإنسان العاقل] الذي هو نوع أحدث. أعني، لماذا لا ترين هؤلاء كأشكال وسيطة؟

ويندي: ...لو كان التطور لديه دليل حققي إذن لكان عُرِض في المتاحف ليس فقط في الصور الإيضاحية.

ريتشارد: لقد أخبرتكِ للتو عن *Australopithecus* و*Homo habilis* و*Homo erectus* [*البشريّ منتصب القامة*] و *Homo* archaic *sapiens* الإنسان العاقل العتيق ثم *Homo sapiens* modern الإنسان العاقل الحديث. تلك سلسلة جميلة من المتحجرات.

ويندي: لا زلتَ تفتقد الدليل المادي لذا....

ريتشارد: الدليل المادي هناك. اذهبي إلى المتحف وانظري إليه...إنهم ليسوا لدي هنا بوضوح، لكن يمنككِ الذهاب إلى أي متحف ويمكنك رؤية *Australopithecus*، يمكنك رؤية *Homo habilis*، يمكنك رؤية *Homo erectus*، يمكنك رؤية الإنسان العاقل العتيق والإنسان العاقل المعاصر. سلسلة جميلة من الحلقات المتوسطة. لماذا تستمرين في القول: "قدم لي الدليل" بينما أنا قد فعلتُ كذلك؟ اذهبي إلى المتحف وانظري.

ويندي: ولقد فعلت، لقد ذهبتُ إلى المتاحف ولا يزال الكثير منا غير مقتنعين...

ريتشارد: هل قد رأيتِ، هل قد رأيتِ *Homo erectus* [*البشريّ منتصب القامة*]؟

ويندي: وأعتقد أن هناك هذا الجهد، هذا الجهد الشرس بالأحرى للمحاولة والتغطية علينا بالكلام وفرض الرقابة علينا. يبدو أنه قد ظهر عائق محبط أن الكثير من الناس لا زالوا لا يعتقدون بالتطور. الآن لو كان التطوريون واثقين للغاية في معتقداتهم لما كان هناك جهد للرقابة على المعلومات. إن هذا يبرهن أن التطور لا زال معوزاً ومحل ارتياب.

ريتشارد: أنا...أعترف أني محبط. ليس بسبب قمع، بل بشأن حقيقة أني قد أخبرتكِ عن أربع أو خمس متحجرات...[تضحك ويندي]...ويبدو أنكِ ببساطة متجاهلة لما أقول...لماذا لا تذهبين وتنظرين لهذه المتحجرات.

ويندي: ...لو كانوا في المتاحف التي قد كنتُ فيها مرات كثيرة، من ثم لكنتُ نظرت إليها يقيناً، لكن ما أعود لقوله هو..

ريتشارد: إنها في المتحف.

ويندي: ما أريد العودة لقوله هو أن فلسفة التطور يمكن أن تؤدي إلى أيديولوجيات قد كانت تدميرية للغاية للجنس البشري...

ريتشارد: نعم، لكن ألن تكون فكرة جيدة، بدلاً من الإشارة إلى إساآت الفهم للدارْوِنية، التي أسيءَ استعمالها سياسياً على نحو بشع، لو حاولتِ فهم الدارْوِنية، من ثم ستكونين في موضع يسمح بإبطال إساآت الفهم الشنيعة هذه.

ويندي: حسناً حقيقةً نحن كثيراً ما نُجبَر بعدوانيةِ هؤلاء الذين يؤيدون التطور. ليس الأمر كما لو كنا نختبئ من هذه المعلومات التي تظلون تقدمونها. ليس الأمر كما لو كانت غير معلومة لنا، لأننا لا نستطيع الفكاك منها. إنها تُرَوَّج لنا طوال الوقت. لكنني أعتقد أن إحباطك يأتي من حقيقة أن الكثير منا الذين قد رأينا معلوماتك لا يزالون لا يُستمالون إلى أيديولوجيتك.

ريتشارد: هل قد رأيتِ *Homo erectus*؟ هل قد رأيتِ *Homo habilis*؟ هل قد رأيتِ *Australopithecus*؟ لقد سألتُكِ ذلك السؤال.

ويندي: ما قد رأيتُه هو أن في المتاحف وفي الكتب المدرسية أيَّان ما يدّعون عرضَ التغيرات التطورية من نوع إلى آخر، فإنها تعتمد على صور توضيحية ورسومات...ليس أي أدلة مادية.

ريتشارد: حسناً، ربما تحتاجين الذهاب إلى متحف نيروبي لرؤية المتحجرات الأصلية، لكن يمكنك رؤية قوالب المتحجرات، نسخ طبق الأصل من هذه المتحجرات في أي متحف كبير تهتمين بالنظر إليه.

ويندي: حسناً، دعني أسألكَ لماذا أنتَ عدوانيّ للغاية؟ لماذا هو مهم لك أن يعتقد كل واحد مثلما تعتقد؟

ريتشارد: أنا لا أتحدث عن معتقد، أنا أتحدث عن الحقائق. لقد أخبرتكِ عن متحجرات معينة، وكل مرة أسألكِ عنها تتهربين من السؤال وتتجهين إلى أمر آخر.

ويندي: يجب أن يكون هناك أطنان منهمرة من الأدلة المادية ليس فقط شيء مُفرَد، لكن مجدداً: ليس هناك دليل.

ريتشارد: لقد حدث أني تناولت المتحجرات البشرانية hominid لأني اعتقدت أنك ستكونين أكثر اهتماماً بها، لكن يمكنك العثور على متحجرات مشابهة من أي مجموعة فقارية تهتمين بها لتعيينها.

ويندي: لكن أحسب أني أعود إلى لماذا هو مهم للغاية لك أن يعتقد كل واحد في التطور...

ريتشارد: أنا لا أحب كلمة اعتقاد. أفضِّل فحسب أن أسأل الناس أن ينظروا إلى الأدلة، وأنا أسألك أن تنظري إلى الأدلة...أريدكِ أن تذهبي إلى المتاحف وتنظري إلى الحقائق ولا تعتقدي بما قد قيل لكِ أن ليس هناك دليل. فقط اذهبي وانظري إلى الدليل.

ويندي: (تضحك) ونعم، وما كنت سأقوله...

ريتشارد: هذا ليس طريفاً. أعني، حقاً اذهبي، اذهبي. لقد أخبرتكِ عن متحجرات البشريين hominid، ويمكنكِ الذهاب ورؤية تطور الأحصنة، يمكنك الذهاب والنظر إلى تطور الثدييات المبكرة، يمكنكِ الذهاب والنظر إلى تطور الأسماك، يمكنك الذهاب والنظر إلى الانتقال من سمك إلى برمائيات عائشة على اليابسة ثم زواحف، أي تلك الأشياء ستجدينها في أي متحف جيد. فقط افتحي عينيكِ وانظري إلى الحقائق.

ويندي: وأنا سأقول افتح عينيك وأبصر المجتمعات التي قد بُنِيَت من قِبَل الذين يؤمنون بربٍ محبّ خلق كل واحد منا...

ربما يبدو _في ذلك الحوار المتبادل_أني كنت عنيداً بلا ضرورة لتكرار الطَرْق على العودة لطلب أنها يجب أن تذهب إلى متحف وتنظر، لكني قد قصدت هذا حقاً. هؤلاء الناس قد عُلِّموا أن يقولوا: "ليس هناك متحجرات، أرني الدليل، أرني متحجرة واحدة فحسب...". وهم يقولون ذلك كثيراً للغاية لدرجة أنهم يصِلون إلى تصديقه. لذا حاولت تجربة التنويه بثلاثة أو أربعة متحجرات لهذه المرأة وعدم تركها تهرب بتجاهلها ببساطة. إن النتائج محزنة، ومثال جيد على التكتيك الأكثر شيوعاً المستعمَل من قِبَل منكري التاريخ عندما يُواجَهون بأدلة التاريخ، أي: فقط تجاهلها وتكرار التعويذة: "أرني المتحجرات. أين المتحجرات؟ ليس هناك متحجرات. أرني متحجرة وسيطة واحدة فحسب، هذا كل ما أسألكَ..."

آخرون يشوشون أنفسهم بالأسماء، والنزعة المحتومة للتسميات يجب أن تصنع تقسيمات زائفة حيث لا توجد. فكل متحجرة ربما تكون على نحو ممكن وسيطاً دوماً ما تُصنَّف إما كـ*Homo* بشريين أو *.Australopithecus* قرد جنوبيّ. لا أحد صنَّفها فقط كوسيط [بينهما]. لذا ليس هناك متوسطات [في التسميات]. لكن_كما قد شرحت أعلاه_هذه نتيجة محتومة لتقاليد التسمية في علم الحيوان، لا حقيقة عن العالم الحقيقي. إن أكمل متوسط ربما يمكنك تصوره سيظل يجد نفسه محشوراً إما إلى *Homo* أو *Australopithecus*. في الحقيقة، سيسمى على الأرجح *Homo* من جانب نصف علماء المتحجرات، و*Australopithecus* من قِبَل النصف الآخر. وللأسف، بدلاً من الاجتماع سوياً للاتفاق على أن المتحجرات المتوسطة على نحو ملتبس هي بالضبط ما ينبغي أن نتوقعه حسب نظرية التطور، لكان علماء المتحجرات قد استطاعوا الاعتماد على هذا لإعطاء انطباع زائف كليةً بأن يبدوا تقريباً قد شرعوا في إضعاف خلافاتهم الاصطلاحية.

إن هذا يشبه إلى حد ما التمييز القانونيّ بين الراشد والقاصر. فلأجل الأغراض القانونية، ولتقرير ما إذا كان شخص شاب كبيراً بدرجة كافية للتصويت أو الانضمام للجيش، من الضروريّ عمل تمييز مطلق. في عام ١٩٦٩م تم تخفيض السن القانونيّ للتصويت في بريطانيا من ٢١ إلى ١٨. واليوم هناك حديث عن تخفيضه إلى ١٦. لكن_أياً ما كان السن القانوني للتصويت_فلا أحد يعتقد بجدية أن جرة قلم بين عشية وضحاها بكتابة الـ١٨ (أوالـ١٦) ستحولك في الحقيقة إلى نوع مختلف من الأشخاص. لا أحد يعتقد بجدية أن هناك نوعين من الناس، أطفال وبالغين، دون "متوسطات". بجلاء نحن نفهم كلنا أن كل فترة النمو هي تمرين طويل على حالة التوسط. إلا أن

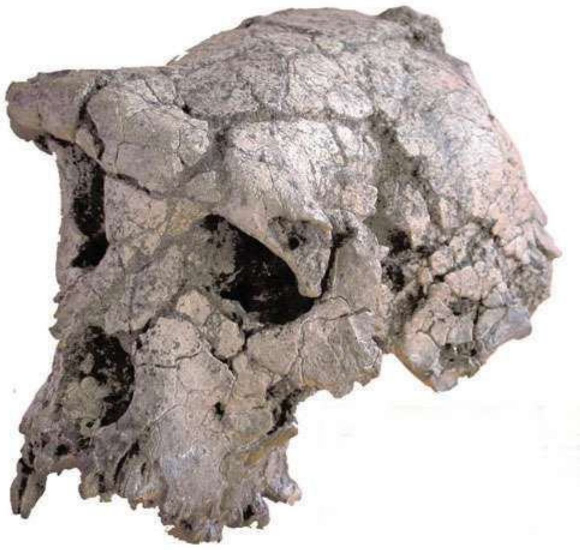
البعض منا_كما قد يُقال_لم ينموا في الحقيقة قط[1]. على نحو مشابه، فإن التطور البشريّ من شيء مثل *Australopithecus afarensis* [القرد الجنوبيّ العفاريّ] إلى *Homo sapiens* [الإنسان الحكيم أو العاقل]، تألّف من سلسلة غير منقطعة من آباء ينجبون أطفالاً كانوا بالتأكيد سيوضَعون_من قِبَل عالم تصنيف معاصر_في نفس النوع مثل آبائهم. مع إدراك متأخر، ولأسباب ليست بعيدة عن الصياغة القانونية، يصر علماء التصنيف المعاصرون على ربط رقعة تعريف حول كل متحجرة، والتي يجب أن تقول شيئاً على غرار *Australopithecus* أو *Homo*. رقع تعريفات المتاحف ليس مسموحاً لها يقيناً أن تقول "في منتصف المسافة بين *Australopithecus africanus* [القرد الجنوبيّ الأفريقيّ] و*Homo habilis* [البشريّ صانع الأدوات]. يتشبث منكرو التاريخ بتقليد التسمية هذا كما لو كان دليلاً على افتقاد الأشكال الوسيطة في العالم الواقعيّ. يمكنك كذلك بنفس الأسلوب أن تقول ليس هناك شيء يُدعى مراهق لأن كل شخص تنظر إليه يصبح إما بالغاً له حق التصويت (١٨ أو أكبر) أو طفل ليس له حق التصويت (تحت ١٨). إن هذا مماثل للقول أن الضرورة القانونية لحد سن للتصويت تثبت أن المراهقين لا يوجدون.

عودة إلى المتحجرات مجدداً. إن كان المدافعون الخلقيون على حق، وأن *Australopithecus* [*القرد الجنوبيّ البشرانيّ*] هو "مجرد قرد"، فمن ثم يكون أسلافه غير ذوي صلة بالبحث عن "الحلقات المفقودة". ورغم ذلك، فقد ننظر إليهم كذلك. فهناك عينات قلائل _وإن تكن حقاً متشظية ومقادير قليلة_من *Ardipithecus* [*القرد البشرانيّ الأرضيّ أو الأصل*]، الذي عاش منذ ما يتراوح بين ٤ إلى ٥ ملايين سنة ماضية، يُعرَف على نحو أساسيّ من الأسنان. لكن عظاماً جمجمية وقدمية قد وُجِدَت لتقترح_على الأقل لعلماء التشريح الذين انكبوا عليها_أنه قد مشى منتصباً. تقريباً نفس الاستنتاج قد استُقرِئ من قِبَل جماعتي مكتشفي كلٍ من متحجرتين أكثر قدماً، هما *Orrorin* [*معنى اسمه البشريّ الأصل*] (إنسان الألفية) و *Sahelanthropus* [*القرد البشرانيّ من الساحل التشاديّ*] الملقَّب بـ"Toumai" (توماي)، صورته بالأسفل.

إن *Sahelanthropus* جدير بالملاحظة واستثنائي في كونه قديماً جداً (منذ ستة ملايين سنة، مقارب لعصر السلف المشترك مع الشيمبانزيات). وفي كونه عُثِر عليه في أقصى غرب وادي الأخدود العظيم (في تشاد، حيث لقبه (توماي) يعني بالتشادية "أمل الحياة"). إن علماء آخرين للسلالات البشرية القديمة يشكون في مزاعم المشي على قدمين التي زُعِمَت في حق *Orrorin* و *Sahelanthropus* من قِبَل مكتشفِيهما. و_كما قد يلاحظ فيلسوف كَلَبيّ [*متهكم متشائم_م*]_بالنسبة لمثل هذه المتحجرات الاستشكالية يتضمن بعض الشاكّين مكتشفي الأخرى!

---

[1] مقصود الدكتُر دوكنِز هنا ضعف النمو الشديد والطَفالة، وليس انعدام نمو تام حرفياً بل نقص النمو وتأخره، كما في حالات نقص هرمون النمو، أو هرمونات الغدة النخامية، أو متلازمة لارون من ضعف مستقبلات الخلايا الكبدية لهرمون النمو.



Sahelanthropus

إن علم السلالات البشرية القديمة Palaeoanthropology_أكثرمن أي حقل آخر في العلم_مبتلى على نحو شهير (أم هو مفعم بحيوية؟) بالتنافسات. علينا أن نعترف أن السجل الحفريّ الرابط للقرد الماشي منتصباً *Australopithecus* إلى أسلافنا المفترض أنهم ماشون على أربع الذين نتشاركهم مع الشيمبانزيات لا يزال فقيراً. نحن لا نعلم كيفية قيام أسلافنا على قدميهم الخلفية. نحتاج متحجرات أكثر. لكن لنبتهجْ على الأقل بالسجل الحفريّ الجيد الذي يمكننا_بخلاف دارْوِن وعلماء عصره_التنعم به، مُرِياً إيانا الانتقال التطوريّ من *Australopithecus*_بمخه ذي حجم مخ الشيمبانزي_إلى الإنسان الحكيم الحديث بجمجمتنا الشبيهة بالبالون والمخ الكبير.

خلال هذا القِسْم قد نسختُ صور متحجرات وشجعتك على المقارنة بينها. ربما تكون لاحظتَ_كمثال_نُتُوء الخطم في بعض المتحجرات، أو حافة الحاجب. أحياناً يكون الاختلاف هيناً تماماً، وهو ما يؤيد إدراك الانتقالات التدريجية من متحجرة إلى أخرى لاحقة. لكن الآن أريد أن أقدِّم تعقيداً، سيتقدم إلى نقطة مثيرة للاهتمام في حد ذاتها. إن التغيرات التي تحدث خلال عمرِ فردٍ_بينما ينمو_هي على أي حال أكثر درامية بكثير من التغيرات التي نراها عندما نقارن البالغين في الأجيال المتعاقبة.

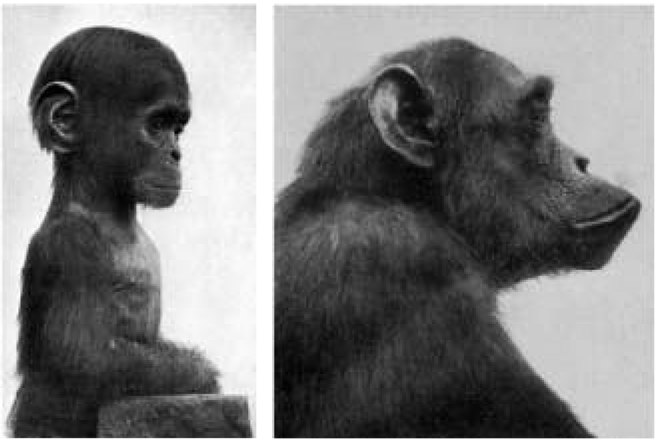


جمجمة شيمبانزي قبل مولده بقليل



جمجمة شيمبانزي بالغ

الصورة أعلاه تعود إلى شيمبانزي قبل مولده بقليل. إنها مختلفة تماماً على نحو جليّ عن جمجمة الشيمبانزي البالغ المعروضة وأكثر شبهاً بالبشرية (البشري البالغ وكذلك البشري الرضيع). هناك صورة أخرى يعاد نسخها كثيراً (ونسخناها هاهنا مجدداً أدناه) لطفل شيمبانزي وآخر بالغ، والتي كثيراً ما تُستعمَل لتوضيح الفكرة المثيرة أن في التطور البشري احتُفِظَ بسمات يافعية إلى البلوغ (أو ربما ليس بالضرورة نفس الشيء تماماً، فنحن نصبح ناضجين جنسياً بينما أجسادنا لا تزال يافعة). لقد ظننتُ أن الصورة تبدو جيدة أكثر من اللازم من أن تكون حقيقية، وأرسلتها لزميلي Desmond Morris طالباً رأيه الخبير. سألته هل يمكن أن تكون مزيفة؟ هل رأى من قبل قط شيمبانزي صغيراً يبدو بشرية للغاية تماماً؟ إن د. موريس Morris متشكك بشأن الظهر والكتفين لكنه مبتهج بصدد الرأس نفسها: *"إن الشيمبانزيات متحدبة في الوضعية على نحو مميز، وأما هذا فله رقبة بشرية منتصبة على نحو رائع. لكن إن أخذتَ الرأس وحدها، فيمكن أن يوثَق في الصورة"*. تعقبت Sheila Lee باحثة الصور لهذا الكتاب الخاصة بالناشر المصدر الأصلي لهذه الصورة الفوتوغرافية الشهيرة، وهي بعثة إلى الكونجو في أعوام ١٩٠٩–١٩١٥ رتّب لها المتحف الأمرِكي للتاريخ الطبيعي. كان الحيوان ميتاً عندما صُوِّر، وأشارت إلى أن المُصَوِّر_وهو Herbert Lang_كان أيضاً محنط حيوانات. كان سيكون مغرياً الظن بأن الوضعية البشرية الغريبة للشيمبانزي الرضيع بسبب حشو سيء. لو لم يكن في الحقيقة_وفقاً للمتحف أن Lang صور عيناته قبل حشوها. ومع ذلك، فإن وضعية شيمبانزي ميت يمكن تعديلها على نحو لا يمكن عمله مع وقفة شيمبانزي حي. يبدو أن استنتاج د.Desmond Morris سليم. إن الوضعية المشابهة للبشرية لكتفي رضيع الشيمبانزي ربما تكون مشكوكاً فيها، لكن الرأس حقيقية.



صورتا Lang لشيمبانزيين طفل وبالغ

إن أخذنا الرأس كقيمة ظاهرية، حتى لو كان الكتفان لا يمكنهما تحمل عبء المصداقية تماماً، فيمكنك فورياً أن ترى كيف أن مقارنة متحجرات الجماجم البالغة ربما تضللنا. أو_للتعبير عن الأمر بصورة بناءة أكثر_فإن الاختلاف الدرامي بين الرؤوس اليافعة والبالغة يرينا كيف قد تتغير بسهولة سمة مميَّزة كبروز الخطم في الاتجاه الصحيح تماماً لتصبح أكثر_أو أقل كما هو حادث بالفعل_بشريةً. إن التنمي الجنيني للشيمبانزي "يعرف" كيفية صنع رأس مشابه للبشري، لأنه يقوم بهذا لكل شيمبانزي أثناء مروره بسنوات الطفولة. إنه يبدو معقولاً بدرجة كبيرة أنه بينما تطور *Australopithecus* خلال متوسطات عديدة إلى *Homo sapiens* [*الإنسان العاقل*]، مقصِّراً الخطم على طول الطريق، فقد فعل هكذا بالطريقة الواضحة للاحتفاظ بالسمات الطفولية إلى البلوغ (العملية المسمّاة neoteny بقاء صفات الطفولة أو طفالة بعض أجزاء الجسد، المشار إليها في الفصل الثاني[1]). على أي حال، فإن مقداراً عظيماً من التغير التطوري يتوقف على تغيرات في المعدل الذي تنمو به أجزاء معينة، بالتناسب مع أجزاء أخرى. هذا يُدعى نمواً مختلف التوقيت heterochronic. أعتقد أن

[1] في حديثه عن أنواع الكلاب، ونمو الخطم_م

ما أريد قوله هو أن التغير التطوري مهمة سهلة، حالما تَقبل الحقائق الملاحَظة للتغير الجنيني. تُشكَّل الأجنة بنمو تبياني_أي تنمو الأجزاء المختلفة لهم بمعدلات مختلفة متباينة. تتغير جمجمة طفل الشيمبانزي إلى جمجمة بالغ من خلال نمو أسرع نسبياً لعظام الفك والخطم مقارنة بعظام الجمجمة الأخرى. للتكرار، فإن كل حيوان من كل نوع يتغير_أثناء تنميه الجنينيّ الخاص به_أكثر درامية بكثير مما يتغير الشكل البالغ النمطيّ من جيل إلى آخر أثناء انقضاء العصور الجيولوجية. وهذا هو تلميحي للفصل القادم عن علم الأجنة ووثاقة صلته بالتطور.

الفصل الثامن: أنتِ نفسك قمتَ بالتطور في تسعة أشهر

ذلك العبقريّ سريع الغضب J. B. S. Haldane، الذي قام بالكثير للغاية من الأمور الأخرى إلى جانب كونه أحد المصممين الثلاثة الرواد لنظرية التطور الحديثة[1]، ذات مرة تم تحديه من جانب سيدة بعد محاضرة شعبية. إنها رواية شفهية، وللأسف فإن John Maynard Smith [*راويها*] ليس موجوداً على نحو محزن ليؤكِّد الكلمات بالضبط، لكن هذا تقريباً كيف دار الحوار:

الشاكة في التطور: بروفيسور Haldane، حتى لو سلّمنا بمليارات السنوات التي تقول أنها كانت متاحة للتطور، فأنا لا أعتقد ببساطة أنه من الممكن المضي من خلية واحدة إلى جسد بشري معقد، مع تريليونات خلاياه منظَّمةً إلى عظام وعضلات وأعصاب، وقلب يضخ بلا توقف لعقود، وأميال وأميال من الأوعية الدموية والقنيات الكلوية، ومخ قادر على التفكير والتكلم والشعور.

Haldane: لكن يا مَدام، أنتِ نفسكِ قمتِ بها. واحتاجت منكِ تسعة أشهر فقط.

ربما فقدت السائلة لحظياً التوازن بعدم توقع تغير اتجاه إجابة Haldane. إن التشبيه بنزع الريح سيبدو تقليلاً للأمر. لكن ربما من جانب واحد تركها الرد السريع لـHaldane غير مُقنَعة. لا أعلم إذا كانت طلبت توضيحاً إضافياً، لكن إن حدث ذلك، فربم تم كهذه السطور التالية الافتراضية:

الشاكة في التطور: آه نعم، لكن تنمي الجنين يتَّبع تعليمات وراثية. إنها التعليمات لكيفية بناء جسد معقد، الذي تدَّعي يا بروفيسور Haldane أنه تطور بالانتخاب الطبيعي. ولا زلت أجد من اللصعب الاعتقاد به، حتى مع افتراض مليار سنة لذلك التطور.

ربما كان لها نقطة هنا وحتى لو بُرهِن أن تصميماً إلهياً هو المسؤول النهائيّ لتصميم تعقيد حي، فبالتأكيد ليس صحيحاً أنه مُشكِّل الأجساد الحية بأي أسلوب الذي ينجز به_كمثال_صائغو التمثال من الطين أو النجارون أو الخزافون أو أصحاب مصانع السيارات مهماتهم. ربما نكون (مُطوَّرين على نحو رائع) لكننا لسنا (مصنوعين على نحو رائع). فعندما يغني الأطفال: "لقد عمل ألوانها المتألقة، هو صنع أجنحتها الصغيرة"[2]، فهم ينطقون كذباً واضحاً على نحو طفولي. أياً ما كان الشيء الآخر الذي كان سيقوم به الإله، فإنه بالتأكيد لم يصنع الألوان المتألقة والأجنحة الصغيرة. فلو فعل أي شيء على الإطلاق، فسيكون الإشراف على التنمي الجنيني للأشياء، كمثال بأن يربط سوياً سلسلة من الجينات تدير عملية التنمي الأوتوماتيكية. إن الأجنحة ليست مصنوعة، بل هي تنمو تدريجياً من براعم أطراف داخل البيضة.

---

[1] بصورةٍ عامة هي نفس نظرية دارْوِن بعد إضافة المكتشفات والمعطيات العلمية الحديثة إليها عن الجينات والطفرات والانجراف الوراثي وغيرها_م

[2] لقد حُذِّرت أن أغنية "كل الأشياء وضيئة وجميلة" لن تصدم بالضرورة قرائي مثلما تفعل معي بالحنين إلى الماضي. إنها ترنيمة كنسية إنجيلية للأطفال كتبتها السيدةC. F. Alexander في عام ١٨٤٨. تمجد براحة جماليات الطبيعة، مع اللازمة المتكررة (كما هو الحال مع التصريحات السياسية): "الرب الإله صنعهم كلهم". إنها مادة المحاكاة التهكمية الرائعة التي كتبها Eric Idle وغناها فريق Monty Python team: هنا يورد دوكنز أغنية لادينية الطابع متشائمة تجديفية تركز على عناصر البشاعة في الطبيعة والوحشية من كائنات مؤذية كالثعابين والدبابير والقروش والطيور الجوارح والحبّار...إلخ

لتكرار هذه النقطة الهامة، الله الذي ينبغي أن يكون واضحاً لكنه ليس كذلك، لم يصنع قطّ جناحاً صغيراً في حياته الأبدية. لو كان صنع أي شيء (هو لم يفعل في رأيي، لكن دعنا من هذا، فليس هذا ما أنا بصدده هنا) فإن ما صنعه كان سيكون وصفة إجراء تنمي جنيني، أو شيء مثل برنامج كمبيوتريّ للتحكم في التنمي الجنيني للجناح الصغير (بالإضافة إلى الكثير من الأشياء الأخرى أيضاً). بالتأكيد، قد يدعي الإله [*أو المؤمنون بوجوده بالأحرى_م*] أن تصميم وصفة أو برنامج للجناح هو إنجاز للبراعة مماثل في الذكاء والإدهاش كعمل جناح. لكن بالنسبة للآن، أريد فحسب أن أطور التمييز بين صنع شيء كجناح، وما يحدث حقاً في تكوين الجنين.

لا واضعَ ألحان باليه

كان التاريخ المبكر لعلم الأجنة منقسماً بين مذهبين متعارضين، يُدعَيان مذهب التشكل المسبق ومذهب التشكل المتعاقب. إن التمييز بينهما ليس دائماً مفهوماً بوضوح، لذا سآخذ وقتاً قليلاً لشرح هذين المصطلحين. اعتقد أتباع التشكل المُسبَق أن البييضة (أو الحيوان المنوي، لأنهم كانوا منقسمين فرعياً إلى "بييضيين" في مقابل "منويين") تحتوي على طفل ضئيل مُصغَّر أو "قزم" homunculus. كل أجزاء الطفل في مكانها على نحو معقد، مرتبة بعضها إلى الآخر على نحو صحيح، منتظرةً فقط أن تُضخَّم كبالون مقسَّم إلى أجزاء [ذي شكل_م]. هذا سبَّبَ مشاكلَ واضحة. أولاً: على الأقل في صيغتها الساذجة المبكرة، فهي تتطلب ما يَعرف كل امرئ أنه باطل: أننا نرث من أحد الوالدين فقط (الأم بالنسبة للبييضيين، والأب بالنسبة للمنويين). ثانياً: إن أنصار التشكل القبلي من هذا النوع كان عليهم مواجهة نموذج الدمية الروسية القائل بالارتداد الأبدي للـhomunculi ضمن الـ homunculi، أو لو لم يكن أبدياً، فعلى الأقل ارتداد طويل كفايةً للعودة بنا إلى حواء (آدم بالنسبة للمنويين). المهرب الوحيد من الارتداد سيكون بإنشاء القزم homunculus من جديد كلَ جيلٍ بنَسْخ الجسد البالغ للجيل السابق بإتقان. هذه "الوراثة للسمات المكتسَبة" لا تحدث. وإلا لكان الصبيان اليهود وُلِدوا بلا قُلَف، ولا عبو كمال الأجسام المترددون على صالة الألعاب الجيم (لكن ليس توائمهم محبو الكسل على الأرائك) سينجبون أطفالاً ذوي عضلات ظهر وإليتين مترجرجتين.

لأكون عادلاً مع أتباع التشكل المسبق، فقد قبلوا بشجاعة_بعدل وإنصاف_الضرورة المنطقية للارتداد، رغم أنها بدت سخيفة. لقد اعتقد بعضهم على الأقل حقاً أن أول امرأة (أو رجل) احتوى على أجنة مصغرة لكل أنساله، متداخلة داخل أحدها الآخر كالعرائس الروسية. وقد كان هناك منطق عليهم به أن يعتقدوا بذلك، منطق يستحق الإشارة إليه لأنه يتنبأ بجوهر هذا الفصل. فإن كنتَ تؤمن بأن آدم "صُنِعَ" عوضاً عن كونه وُلِدَ، فأنت تلمح ضمنياً أنه لم يكن لديه جينات، أو على الأقل لم يحتَجها ليتنمى. لم يكن لآدم تنمي جنيني بل انبثق إلى الوجود فحسب. إن استدلالاً ذا علاقة قاد الكاتب الڤيكتوريّ Philip Gosse (أبا الروائي Edmund Gosse مؤلف الأب والابن) لأن يكتب كتاباً يُدعى *Omphalos* (أي باليونانية: السُرَّة) مجادلاً بأن آدم يجب أنه كان لديه سرة، حتى لو كان لم يولَد قَطّ. إن نتيجة أكثر تعقيداً لهذا التفكير السُرِّيّ ستكون أن النجوم التي بعدها عنها أكثر من بضعة آلاف من السنوات الضوئية يجب أن تكون قد خُلِقَت بأشعة ضوئية معدة الصنع ممتدةً على طول الطريق إلينا، وإلا لما كنا سنكون قادرين أن نراها حتى المستقبل

البعيد! تبدو السخرية من المذهب السُرِّي omphalogy تافهة، إلا أن هناك نقطة هامة بشأن علم الأجنة، الذي هو موضوع هذا الفصل. إنها نقطة يصعب فهمها تماماً، بالفعل، فأنا نفسي فقط في مسار عملية فهمها، وأنا أقترب من هذا من عدة نواحٍ.



العرائس الروسية

لهذه الأسباب المعطاة، فإن مذهب التشكل المسبق_على الأقل في نسخة "الدمية الروسية" الأصلي_كان دوماً النجاح خصيمه. هل هناك نسخة من مذهب التشكل المسبق يمكن أن تُبعَث بشكل معقول في عصر الحمض النووي DNA؟ حسناً، ربما، لكنني أشك في ذلك. إن الكتب المدرسية لعلم الأحياء تكرر مراراً وتكراراً أن الـDNA هو "طبعة زرقاء"[1] لبناء الجسد. إلا أنه ليس كذلك. فالطبعة الزرقاء الحقيقية_مثلاً_لسيارة أو بيت تتضمن تخطيطاً واحداً بواحد من ورقة إلى منتج مُنهَى. ينتج عن هذا أن الطبعة الزرقاء قابلة للعكس. فمن السهل الذهاب من المنزل إلى الطبعة الزرقاء طالما الاتجاه الآخر معروف. بدقةٍ لأنها تخطيط واحدة بواحدة. حقيقةً، إن هذا أسهل، لأنك لا تحتاج أن تبني البيت، بل تحتاج فقط لأخذ بعض القياسات ثم ترسم الطبعة الزرقاء. أما إن أخذتَ جسد حيوان_أياً ما كانت القياسات التفصيلية التي ستأخذها_فلا يمكنك إعادة بناء حمضه النووي DNA. هذا ما يجعل من الخطأ القول بأن الـDNA هو مخطَّط أزرق.

من الممكن نظرياً تصور_وربما تلك طريقة عمل الأشياء على كوكب ما لكائنات فضائية_أن الـDNA ربما كان وصفاً مشفراً للجسد: نوع من خريطة ثلاثية الأبعاد تُتَرجَم إلى شفرة تخطيطية من "حروف" الـDNA. ذلك كان سيكون حقاً قابلاً للعكس. نسْخ الجسد لعمل طبعة زرقاء جينية ليست فكرة سخيفة على نحو تام. لو كانت هذه كيفية عمل الحمض النوويّ DNA، لاستطعنا تقديمها كنوع من نظرية تشكل قبلي حديثة. ولم نكن لنبعث أشباح [مشكلة] الدمى الروسية، ليس واضحاً لي إن كانت ستبعث شبح [مشكلة] الوراثة من أبٍ واحد فقط. إن للـDNA أسلوب دقيق مذهل لمزاوجة نصف المعلومات الأبوية مع نصف المعلومات الأمومية بالضبط، لكن كيف سيُشرَع في مزاوجة نصف نسخة جسد أُمَ مع نصف نسخة جسد أب؟ دعك من هذا، فكل هذا بعيد كل البعد للغاية عن الواقع.

إذن فالـDNA على نحو محسوم ليس طبعة زرقاء. بخلاف آدم_الذي شُكِّل مباشرة في شكله البالغ_فإن كل الأجساد الحقيقية تتنمَّى جنينياً وتنمو من خلية واحدة عبر المراحل المتوسطة من جنين، إلى جنين مشكل في الشهر الثالث، إلى رضيع، إلى طفل ومراهق، فبالغ. ربما في عالم كائنات فضائية ما تُركِّب الكائنات الحية نفسها من أعلى الرأس إلى أخمص أصابع القدم كمجموعة مرتبة من نقاط ضوئية

[1] blueprint صورة فوتوغرافية تصميمية بسيطة عن رسم ميكانيكي أو تصميم معماري_م.

pixels بيولوجية ثلاثية الأبعاد تُقرَأ من خط نَسْخٍ مشفَّر. لكن تلك ليست طريقة عمل الأشياء على كوكبنا، وحقيقةً أعتقد أن هناك أسباباً_والتي قد ناقشتُها في مواضع أخرى ولذا لن أخوض فيها هنا_لعدم إمكانية أن يكون الأمر هكذا على أي كوكب[1].

البديل التاريخي للتشكل القبليّ هو التعاقب التشكليّ epigenesis. فإن كان التشكل القبلي جوهره الأساسي هو الطبعات الزرقاء، فإن التعاقب التشكلي جوهره الأساسي شيء أكثر شبهاً بوصفة إجرائية أو برنامج كمبيوتريّ. إن تعريف قاموس أوكسفورد الوجيز للإنجليزية معاصر حقاً، ولست متأكداً أن أرسطوطاليس_الذي صك هذا المصطلح_كان سيُميِّزه:

التشكل المتعاقب: نظرية تنمي الكائن المتعضي بتخلق تدرجي من وحدة كلية غير مختلفة في البدء.

يصف كتاب "مبادئ التنمي الجنيني" بقلم Lewis Wolpert وزملائه، بأنه فكرة أن الأبنية الجديدة تنشأ تدريجياً تقدمياً. بمعنى معين فإن التكوين المتعاقب صحيح بدلالة ذاتية دون حاجة إلى برهان، لكن التفاصيل تهم والشيطان في التفاصيل. كيف يتنمى الكائن المتعضي تدرجياً؟ كيف "يعرِف" كلٌ غير متخلِّق في البدء كيفية التخلق تدريجياً، إن لم يكن باتباع طبعة زرقاء؟ إن التمييز الذي أريد عمله في هذا الفصل_والذي يتوافق بدرجة كبيرة مع التمييز بين التشكل المُسبَق والتشكل المتعاقب_هو التمييز بين التشييد المخطَّط والتنظيم الذاتيّ. إن معنى التشييد المخطط واضح لنا لأننا نراه في كل المناحي حولنا في مبانينا والمصنوعات البشرية الأخرى. أما التجميع الذاتي فأقل اعتيادية، وسيحتاج بعض العناية مني. في مجال التنمي الجنيني، يشغل التجميع الذاتي موقعاً مشابهاً للانتخاب الطبيعي في التطور، رغم أن بالتأكيد ليس نفس العملية. فكلاهما يحقق_بوسائل آلية غير قصدية غير مخططة_نتائج تبدو _للنظرة السطحية_كما لو كانت مخطَّطة بدقة شديدة.

لقد تحدث J. B. S. Haldane بالحقيقة البسيطة لسائلته المتشككة، لكنه لم يكن سينكر أن هناك غموضاً، يقارب الإعجازية (لكنه لم يكن ليستعمل هذه الكلمة أبداً) في الحقيقة ذاتها من أن خلية واحدة تسبب نشأة جسد بشري بكل تعقيده. وقد خُفِّف الغموض إلى حد ما فقط بالبراعة المنجَزة بمساعدة تعليمات الحمض النووي DNA. إن سبب بقاء الغموض هو أننا نجد من العسير تصور_حتى من ناحية المبدأ_كيف قد نشرع في كتابة تعليمات لبناء جسد بالأسلوب الذي يُبنَى به الجسد في الحقيقة، أي بما دعوته للتو (التجمع الذاتيّ)، الذي هو ذو علاقة مع ما يسميه مبرمجو الكمبيوتر أحياناً بـ(تعليمات من أسفل إلى أعلى)، كمقابل لإجراء تعليمات من (الأعلى إلى الأسفل).

---

[1] ملاحظة للمتخصصين عن الصلة بين علماء الأحياء وعلماء الكمبيوتر. عبر عن هذا الأمر والذي يتكلم كمرجعية مصمم سوفت وير مميز، بعد قراءة مسودة مبكرة لهذا الفصل، هكذا: "الوصفة (لعين أو مخ أو الدم...إلخ) أبسط بكثير جداً من الطبعة الزرقاء لنفس الشيء (بشروط المقادير الضئيلة أو الأزواج الأساسية)، من ثم فالتطور سيكون حرفياً مستحيلاً في أقل من ١٠ ^١٠٠ سنة، خاصة لأن التباينات الصغيرة في الطبعة الزرقاء سيكون من غير المرجح أن تمتلك أي تأثير إيجابي، بينما التباين في الوصفات ستكون لها[ملمحاً لكائناتي البيولوجية الافتراضية (انظر الفصل٢) الأشكال البيولوجية والأشكال المفصلية]. يكمل د.Simonyi : الكائنات الاصطناعية التي برمجتَها [لكتابي صانع الساعات الأعمى وتسلق جبل غير المحتمل] كلها موصوفة بوصفة، لا بمخطَّط طبعة زرقاء. أما الطبعة الزرقاء فستكون مجرد اجتماع جسيمات خطوط سوداء، هل يمكنك تصور محاولة إجراء التطور عليها بتنويع نقاط النهايات للخطوط السوداء مرة كل مرة أو مرتين كل مرة؟" يتابع قائلاً_كما ستتوقع من امرئ وصفه بيل جيتس لا أقل منه كواحد من أعظم المبرمجين عى مر الزمن_: "هذا صحيح تماماً بالنسبة للكائنات الافتراضية الكمبيوترية، وهو بالتأكيد صحيح بالنسبة للأشياء الحية أيضاً.

يصمِّم مهندسٌ كاتدرائيةً عظيمة، ثم_عبر سلسلة تراتبية من السلطة_تُقسَّم عملية البناء إلى أقسام منفصلة، والتي بدورها تقسمها إلى أقسام فرعية، وهلم جراً حتى تُحدَّد التعليمات آخر الأمر إلى أفراد البنائين والنجارين ومركبي الزجاج، الذين يمضون إلى العمل حتى تُبنَى الكاتدرائية، باديةً تقريباً تماماً كرسم المهندس الأصل. هذا تصميم (من القمة إلى الأسفل).

أما التصميم من (الأسفل إلى الأعلى) فيعمل على نحو مختلف تماماً. هناك أسطورة_لم أعتقد بها قط_تقول أن بعض أروع كاتدرائيات القرون الوسطى في أورُبا لم يكن لها مهندس. لا أحد صمَّم الكاتدرائية. كل بنَّاء ونجار كان يشغَل نفسَه، بأسلوبه الماهر الخاص به، بركنه الصغير من البناء، مولياً عناية ضئيلة لما يفعله الآخرون ولا أي عناية بأي خطة كلية. بطريقة ما_خارجةً من هذه الفوضوية (الأناركية)_كانت الكاتدرائية تبزغ (حسب الأساطير). لو كان ذلك قد حدث حقاً، لكان تشييداً من أسفل إلى أعلى. وعلى الرغم من الأسطورة، فبالتأكيد لم يحدث كذلك بالنسبة للكاتدرائيات[1]. لكن هذا تقريباً هو ما يحدث في بناء روابي الأَرَضة البيضاء (تُعرَف خطأً بالنمل الأبيض) أو قرية النمل، وفي تنمي الجنين. إن ما يجعل تنمي الجنين مختلفاً بدرجة ملحوظة عن أي شيء نعتاد عليه نحن البشر، هو في طريقة التشييد أو التصنيع.

نفس المبدأ يصلح لأنماط معينة من البرامج الكمبيوترية، ولأنماط معينة من سلوك الحيوانات، و_جمعاً بينهما_للبرامج الكمبيوترية المصمَّمة لمحاكاة سلوك الحيوانات. لنفترض أننا أردنا فهم السلوك الاحتشادي أو السربي لطيور الزرازير. هناك بعض الأفلام المذهلة على موقع YouTube، والتي أُخِذَت منها الصور القابعة في الصفحة الملونة ١٦. لقد صُوِّرَت هذه المناورات الباليهية فوق منطقة Otmoor، قرب Oxford, [ببريطانيا]، من قِبَل Dylan Winter. ما هو جدير بالملاحظة بصدد سلوك الزرازير هو أن_رغم كل المظاهر_ليس هناك مصمم عرض باليه، و_على حد علمنا_لا قائد. كل طائر فرد يتبع فحسب قواعد موضعية.

عدد أفراد الطيور في تلك الأسراب قد يصل إلى آلاف، روغم ذلك فإنها حرفياً تقريباً لا تتصادم أبداً. ذلك لأن_على نحو منطقي_عالين بالسرعة التي يطرن[2] بها، فإن أي تصادم سيجرحهن بقسوة. كثيراً ما يبدو مجمل السرب كأنه يتصرف كفرد واحد. يتحرك ويستدير كواحد. يمكن أن يبدو كما لو أن السربين المنفصلين يتحركان عبر بعضهما البعض في اتجاهين مختلفين، محافظين على ترابطهما كسربين منفصلين. هذا يجعل الأمر يبدو إعجازياً تقريباً، لكن في الحقيقة فإن السربين في مسافاتين مختلفتين من الكامِرا ولا يتحركان حرفياً خلال بعضهما البعض. يضيف إلى المتعة الجمالية أن حواف السربين محددة بوضوح للغاية في الصورة. إنها لا تتلاشى تدريجياً، بل تصل إلى حدٍ حاد. إن كثافة الطيور داخل الحد تماماً ليست بأقل من وسط السرب، بينما هي صفر خارج الحد. ما إن تفكر بشأنها بهذا الأسلوب، أليست مدهشة على نحو رائع؟

إن مجمل الأداء سيعمل كخلفية مؤقتة على كمبيوترك أنيقة أكثر من العادة. لن تريد فيلماً حقيقياً للزرازير لأن خلفية شاشتك ستكرر الحركات الباليهية مراراً وتكراراً، ولذا لن تستعمل كل النقاط الضوئية pixels على نحو متساوٍ. ما تحتاجه هو محاكاة كمبيوترية

---

[1] أكد زميلي Dr Christopher Tyerman أستاذ التاريخ الوسيط أن هذه كانت حقاً أسطورة في العصور الڤيكتورية لأسباب مثالية حالمة، لكن لم يكن هناك أبداً ذرة من الحقيقة فيها.

[2] هنا كمترجم استعلمت صيغة الجمع المؤنث كدلالة على جمع غير العاقل، وآثرت عدم قول تطير بها، لأن هذا يحتمل مفرداً أو جمعاً، رغم عدم الدقة أو الصحة اللغوية بالنسبة للعربية التقليدية.

لأسراب الزرازير. و_كما سيخبرك أي مبرمج_هناك طريقة صحيحة وطريقة خاطئة لعمل هذا. لا تحاول تنظيم كل الباليه، فذلك سيكون نمط برمجة رديء على نحو شنيع لهذا النوع من المهمات. أحتاج إلى الحديث عن الطريقة الأفضل لعمل هذا لأن شيئاً مثله هو يقيناً تقريباً كيفية برمجة الطيور أنفسها، في أمخاخها. بمعنى أدق، فإنه تشابه جزئي عظيم مع كيفية عمل التنمي الجنيني.

هاكم كيفية السلوك السربي في الزرازير. كرِّس كل جهدك تقريباً لبرمجة سلوك طير فرد مفرد. أسِّس في زرزورك الإلكتروني قواعد مفصلة لكيفية الطيران، وكيفية التفاعل مع وجود زرازير مجاورة، اعتماداً على بعدهن وموقعهن النسبي. أسِّس في قواعد كم الاهتمام المُعطى لسلوك المجاورين، وكم الاهتمام المعطى لمبادرة الفرد في الاتجاه المتغير. ستُكَوَّن هذه القواعد النموذجية بقياسات معتنية لحركة الطيور الحقيقية. امنح طيرَك المبرمَج على التفاعل نزعةً معينة لتنويع قواعده عشوائياً. بعد كتابتك برنامجاً معقداً لتعيين القواعد السلوكية لزرزور مفرد، الآن نأتي إلى الخطوة الحاسمة التي أؤكد عليها في هذا الفصل. لا تحاول برمجة سلوك مجمل السرب، كما قد يكون فعل جيل أقدم من مبرمجي الكمبيوتر. بدلاً من ذلك، اصنع مستعمرة من الزرزور الفرد الكمبيوتري الذي قد برمجتَه. اصنع ألف نسخة من طيرك الإلكتروني، ربما كلهن كبعضهن البعض، أوربما مع بعض التباين العشوائي الضئيل بينهن في قواعدهن. والآن "أطلِق" آلاف الزرازير النموذجية في كمبيوترك، وبالتالي تكن حرة في التفاعل مع بعضهن البعض، كلهن مطيعات لنفس القواعد.

لو هيَّأتَ القواعدَ السلوكية على نحو صحيح لزرزور مفرد، فإن ألف زرزور كمبيوتري_كل واحد كنقطة على الشاشة_سيتصرفن كسرب زرازير حقيقي في الشتاء. إن كان سلوك السرب ليس صحيحاً تماماً، فيمكنك العودة وتعديل سلوك الزرزور المفرد، ربما في ضوء قياسات إضافية لسلوك الزرازير الحقيقية. الآن انسخ النسخة الجديدة ألف مرة، مكان الألف التي لم تعمل بدقة. ظل تكرر إعادة برمجة الزرزور المنسوخ، إلى أن يصبح السلوك السربي للآلاف منهن على الشاشة واقعياً بدرجة مقنعة كخلفية شاشة مؤقتة. لقد كتب Craig Reynolds برنامجاً، سمَّاه "Boids"، وفقاً لهذه السطور، في عام ١٩٨٦م. (ليس على وجه الخصوص للزرازير).

النقطة الأساسية هي أنه ليس هناك مصمم رقصة باليه ولا قائد. إن الترتيب، والتنظيم، والنسق كل هؤلاء انبثقوا كنتائج عرضية للقواعد التي تُطاع موضعياً (فردياً) مرات كثيرة، لا شمولياً. وتلك هي كيفية عمل التنمي الجنيني. كلها قِيمَ بها بالقواعد الموضعية، على مستويات عديدة، لكن على وجه الخصوص مستوى الخلية المفردة. لا مصمم باليه، ولا قائد أوركسترا، ولا تخطيط مركزي، ولا مهندس. في مجال التنمية أو التصنيع فإن المكافئ لهذا النوع من البرمجة هو التجمع الذاتيّ *self-assembly*.

إن جسد الإنسان والنسر والخلد والدولفين والفهد والضفدع المنقط والسنونو مُجمَّعة على نحو بديع، يبدو من المستحيل الاعتقاد أن الجينات التي تبرمج تنميتهم لا تعمل كطبعة زرقاء تخطيطية، تصميم، خطة حاكمة. لكن لا، فكما مع الزرازير الكمبيوترية، كل الأمر قِيمَ به بالخلايا المفردة مطيعةً قواعد موضعية. إن الجسد "المُصمَّم" على نحو بديع ينشأ كنتيجة لقواعد تكُوُن مطاعة موضعياً من جانب الخلايا المفردة، دون أي رجوع لأي شيء يمكن أن يُسمّى خطة شاملة إجمالية. إن خلايا الجنين المتنمي تتحرك وترقص حول بعضها البعض كالزرازير في الأسراب الضخمة. هناك اختلافات، وهي هامة. فبخلاف الزرازير، فإن الخلايا ملصقة فيزيائياً ببعضها الآخر في ألواح وكتل. تدعى "أسرابها" بـ"الأنسجة". فعندما تتحرك وترقص كزرازير مصغرة، فإن النتيجة هي أن أشكالاً ثلاثية الأبعاد تُكَوَّن ،

فإن الأنسجة تنطوي استجابةً لتحركات الخلايا[1]، أو تتضخم أو تتقلص بسبب أنماط موضعية لنمو وموت الخلية. إن التشبيه الذي أحبه لهذا الأمر هو فن طي الورق في أشكال المعروف بالأوريجامي origami، كما اقترحه عالم الأجنة المتميز Lewis Wolpert في كتابه (انتصار الجنين)، لكن قبل التطرق إلى ذلك، أحتاج أن أزيل من الطريق بعض التشبيهات البديلة التي ربما تطرق الذهن، تشبيهات من وسط الحِرَف البشرية وعمليات التصنيع.

تشبيهات للتنمي الجنينيّ

إنه عسير على نحو مدهش إيجاد تشابه جيد لتنمي النسيج الحي، إلا أنك يمكنك إيجاد تشبيهات جزئية لنواحي معينة من العملية. التشبيه بالوصفة يصيب شيئاً من الحقيقة، وهو تشبيه أستعمله أحياناً، لشرح سبب كون تشبيه "الطبعة الزرقاء" غير ملائم. فبخلاف الطبعة الزرقاء، فإن الوصفة غير قابلة للعكس. فلو اتبعتَ وصفة كيكة خطوة بخطوة، سوف تصل إلى عمل كيكة. لكنك لا يمكنك أخذ كيكة وإعادة بناء الوصفة، فبالتأكيد لن تعرف كلام الوصفة الدقيق. بينما_كما قد رأينا_يمكنك تناول بيت وإعادة بناء شيء قريب إلى الطبعة الزرقاء التخطيطية الأصلية. هذا بسبب المقابلة التخطيطية واحدة بواحدة بين معطيات البيت ومعطيات الطبعة الزرقاء. مع استثناآت واضحة كالخشب فوق السطح، في حين ليس هناك مقابلة تخطيطية واحدة بواحدة بين معطيات الكيكة والكلام، مثلاً جمل الوصفة الخاصة بها.

ما هي التشبيهات الأخرى مع الصناعات البشرية التي قد توجد؟ إن التشبيه بالنحت بعيد عن الغاية على الأغلب. يبدأ النحات بقطعة غليظة من الصخر أو الخشب ويُشكِّلها بالاقتطاع منها، قاطعاً منها حتى يصير الشكل المطلوب هو كل ما تبقى. هناك_بلا نكران _تشابه قويّ إلى حد ما مع عملية واحدة معينة في تنمي الجنين تُدعى Apoptosis. Apoptosis هو الموت المُبرمَج للخلية، وهي تُتَضمَّن _كمثال_في تنمي أصابع اليدين والقدمين. ففي الجنين البشريّ تكون الأصابع متصلة كلها ببعضها في الرحم، أنت وأنا كان لدينا قدمان ويدان مشتبكتا الأصابع. ثم يختفي التشابك الغشائي (في معظم البشر، فهناك استثناآت عَرَضية) من خلال موت الخلية المبرمَج. ذلك مذكِّر إلى حد ما بطريقة اقتطاع النحات لشكل، لكنه ليس عمومياً أو هاماً على نحو كافٍ لتصوير الكيفية التي يعمل بها التنمي الجنيني على نحو طبيعي. ربما يفكر علماء الأجنة برهةً: (إزميل نحات)، لكنهم لا يدَعون هذه الفكرة تبقى لوقت طويل.

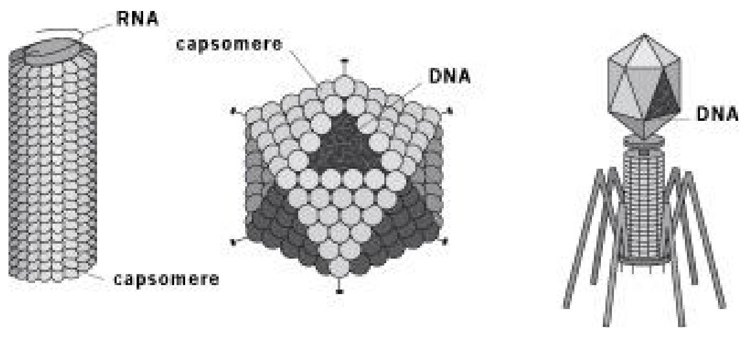
بعض المثّالين لا يعملون بالنحت الاقتطاعيّ، بل بأخذ قطعة من الطين، أو شمع لين، وعجنها إلى شكل (والذي ربما بعدئذٍ يُصنَع منه قالب، من البرونز مثلاً). ذلك أقول مجدداً ليس تشبيهاً جيداً للتنمي الجنينيّ. ولا حرفة الخياطة أو صنع الثياب. فالقماش مسبق الوجود يُقطَع، إلى الأشكال المُعتزَمة في نموذج مُسبَق التخطيط، ثم تُخاط سوياً مع الأشكال الأخرى المقطوعة. ثم عادةً ما تُقلَب ظهراً لبطن إخفاءً لدرزات الخياطة، وذلك_على الأقل_تشابه جيد لأجزاء معينة من عملية التنمي الجنينيّ. لكن في العموم، فإن التنمي الجنيني ليس بأكثر شبهاً للخياطة مما هو إلى النحت. ربما يكون التشبيه بالحياكة أو الترقيع أفضل، والذي به يُنشَأ معطف من مُزَق فردية متعددة. إلا أن هناك تشابهات أفضل، كما سنرى.

---

[1] invaginate الطي أو الانغماد: الطي باتجاه الداخل لتشكيل تجويف، استدارة أو عودة الشيء مرة ثانية ضمن نفسه_قاموس أوكسفورد الوجيز للغة الإنجليزية.

ماذا عن التشبيه بتجميع السيارة، أو آلة معقدة أخرى، على خط تجميع مَصنع: هل ذلك تشابه جيد؟ كالنحت والخياطة، فإن تجميع أجزاء مسبقة الصنع وسيلة فعالة لعمل شيء. ففي مصنع السيارات، تكون الأجزاء مسبقة الصنع، عادةً بصوغها في مسبك. (وأعتقد ليس هناك شيء يشبه من بعيد الصوغ في التنمي الجنيني). ثم تُجمَع الأجزاء مسبقة الصنع على خط تجميع وتُثبَّت بلوالب أو تُبرشَم أو تُلحم أو تُلصَق سوياً. خطوة بخطوة وفقاً لتخطيط مرسوم بدقة. مجدداً، فإن التنمي الجنينيّ ليس به شيء يشابه تخطيطاً مُسبَق الرسم. لكن هناك تشابهات مع اللصق المرتَّب لأجزاء مسبقة التجميع سوياً، كما عندما تجمع سوياً_في مصنع سيارات_ الكربوريتور [*الُكربن: يمزج الهواء بالبترول_م*] ورؤوس الموزِّع وسيور مروحة الرادياتور ورؤوس السِلِندر [*غرفة مكبس في المحرك_م*] وتُربَط في تراكب صحيح.

أدناه صور ثلاثة أنواع من الڤيروسات. على اليسار ڤيرَس التبغ المُركَّب (TMV) الذي يتطفل على نباتات التبغ وأعضاء أخرى من أسرة Solanaceae مثل الطماطم، وفي الوسط فيرَس الحمى الغدانية adenovirus (الغدانيات adenoids هي نسيج لمفاوي كبير بين الأنف والحلق) والذي يعدي الجهاز التنفسي في الكثير من الحيوانات، بما فيها نحن. على اليمين فيرس T4 معدي البكتيريا bacteriophage ، والذي يتطفل على البكتيريا. إنه يبدو كأداة الهبوط على القمر، وهو يتصرف كأحدها حقاً، "يهبط" على سطح البكتيريوم (مفرد بكتيريا، والذي هو أكبر منه بكثير) ثم يُخفِض نفسَه على "أرجله" العنكبوتية، ثم يغرز مسباراً في الوسط بالأسفل، عبر جدار خلية البكتيريوم، ثم يحقن حمضه النووي DNA بداخله. من ثم يسطو الحمض النووي الفيروسي على آلية صنع البروتين الخاصة بالبكتيريوم، والتي تُخرَّب في إنتاج فيروسات جديدة. إن الفيروسين الآخرين في الصورة يفعلان شيئاً مماثلاً، رغم أنهما لا يبدوان أو يتصرفان كالهوابط القمرية. ففي كل الحالات تسطو مادتهم الجينية على عدة صنع البروتين الخاصة بالخلية العائلة وتُحوِّل خط إنتاجها الجزيئيّ لتضخ بكميات كبيرة فيروسات بدلاً من المنتَج الطبيعيّ.



ثلاثة أنواع من الفيروسات

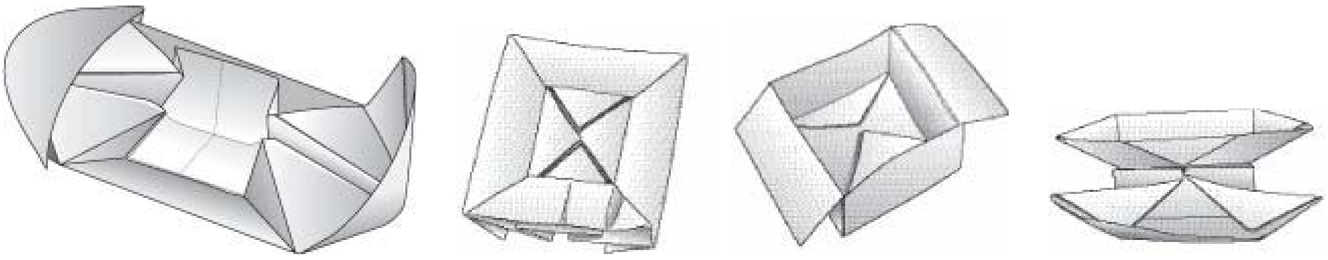
إن معظم ما تراه في الصور هو حاويات البروتين للمادة الوراثية، وفي حالة T4 "الهابط القمريّ" آلة إعداء العائل. ما هو مثير للاهتمام هو الطريقة التي تُجمَع بها هذه المعدات للبروتين. إنها حقاً مجمَّعة ذاتياً. فكل فيرس يُجمَع من جزيئات بروتينية عديدة مصنوعة مُسبَقاً. كل جزيء بروتينيّ_بالطريقة التي سنراها_قد جُمِّع ذاتياً مسبقاً في بنيات ثلاثية مميَّزة بموجب قوانين الكيمياء التي تعطيها تسلسلها المعين من الأحماض الأمينية. ثم تتحد_في الفيرس_الجزيئات البروتينية بعضها مع الآخر لتُكَوِّن ما يُعرَف بالبنية الرباعية، مجدداً هذا باتباع قواعد موضعية. ليس هناك خطة شاملة، ولا طبعة زرقاء.

إن الوحدات الدنيا للبروتين، والتي تتحد كقراميد ألعاب البناء للأطفال لتُشكِّل البنية الرباعية، تدعى كابسوميرات capsomeres[1]. لاحظ كيف أن هذه البنيوات الضئيلة متناسبة هندسياً على نحو منتظم مثاليّ. إن فيرَس الحمى الغدانية في الوسط لديه بالضبط ٢٥٢ كابسومير، مرسومة هنا ككريات ضئيلة، مرتَّبة في ذي العشرين وجهاً. ذو العشرين وجهاً هو ذلك الجسم المصمت المثاليّ الذي له ٢٠ وجهاً مثلث الشكل. إن الكابسوميرات مرتبة في عشرينيّ الأوجه ليس بأي نوع من الخطة الحاكمة أو الطبعة الزرقاء بل ببساطة بطاعة كل واحدة منها قوانين التجاذب الكيميائيّ موضعياً عندما تقابل أخريات مثلها. هذه هي كيفية تشكل البلور، و_بالفعل_يمكن أن يوصَف فيرَس الحمى الغدانية كبلورة مجوفة صغيرة جداً. إن تبلور الفيروسات هو مثال بديع على نحو خاص لـ(لتركيب الذاتي) الذي أروِّج له كمبدأ أساسي بواسطته تُكوَّن الكائنات. إن عاثية phage أو أنبوب فيرَس "الهابط القمري" أيضاً لديه عشريني أوجه لإناء حمضه النووي الأساسي، إلا أن بنيته الرباعية ذاتية التركيب أكثر تعقيداً، متضمنةً وحدات بروتين إضافية، تتركب وفقاً لقواعد موضعية مختلفة، في مُعِدّة الحقن و"الأرجل" المتصلة بعشريني الأوجه.

عودةً بنا من الفيروسات إلى علم الأجنة لكائنات أكبر، أصل إلى تشبيهي المفضل بين تقنيات التركيب البشرية: الأوريجامي. الأوريجامي كلمة يابانية تعني فن طي الورق التركيبيّ، الذي تطور إلى أكثر مستوياته تقدماً في اليابان. إبداع الأوريجامي الوحيد الذي أعرفه هو كيفية عمل شكل "سفينة شراعية صينية". لقد علمني إياها أبي، والذي تعلمها في موجة هوس اكتسح مدرسته الداخلية أثناء عشرينيات القرن العشرين[2]. إن إحدى السمات الواقعية بيولوجياً هي أن "التنمي الجنينيّ للسفينة الصينية الورقية يمر عبر العديد من المراحل "اليرقية" الوسيطة، التي هي [اليرقات_م] في حد ذاتها كائنات سارّة، مثلما أن اليسروع جميل، عاملاً كوسيط إلى الفراشة، والتي بالكاد تشابهها على الإطلاق. فبدءً من قطعة ورق بسيطة مربعة، وطيها ببساطة، دون قطعها ولا لصقها ولا استيراد أي قطع أخرى أبداً، يأخذنا الإجراء عبر ثلاثة "مراحل يرقية" سهلة التمييز: طوف، ثم صندوق ذي غطائين، ثم صورة في إطار، قبل أن يصل إلى أوجِه في السفينة الصينية "البالغة" ذاتها. مما يؤيد تشبيه الأوريجامي أنك عندما تُعلَّم لأول مرة كيفية عمل سفينة صينية، فليس فقط السفينة نفسها بل كل الثلاث مراحل "اليرقية": الطوف والدولاب وإطار الصورة تأتي كمفاجأة. إن يديك تقوم بالطي، لكنك على نحو مؤكد لا تتبع طبعة تخطيطية زرقاء للسفينة الصينية، أو لأي من المراحل اليرقية. إنك تتبع مجموعة من قواعد الطي التي تبدو ليس لها صلة بالمنتَج النهائي، حتى يبزغ في النهاية كفراشة من خادرتها [*شرنقتها*]، لذا فإن تشبيه الأوريجامي يصور شيئاً من أهمية (القواعد الموضعية) كمقابل للخطة الشاملة.

أيضاً تأييداً لتشبيه الأوريجامي، فإن الطي، الغَمْد وتحويل الداخل إلى الخارج هي بعض الحيل المفضلة المستعملة من جانب الأنسجة الجنينية عندما تصنع جسداً. يصلح التشابه على نحو خاص تماماً للمراحل الجنينية المبكرة. لكن له نقاط ضعف، وهاكم اثنتان واضحتان: أولاً، الأيدي البشرية مستلزمة للقيام بالطي. ثانياً، "الجنين" الورقي المتطور لا ينمو أكبر. إنه ينتهي وهو يزن نفس وزنه بالضبط عندما بدأ. للإقرار بالاختلاف، سأشير أحياناً للتنمي الجنينيّ البيولوجيّ كـ"أوريجامي مُكبَّر" عوضاً عن مجرد "أوريجامي".

---
[1] بروتينات غلاف الفيرَس.
[2] الهوس كان قد انقضى، لكني أعدتُ جلبه لنفس المدرسة في خمسينيات القرن العشرين، حيث انتشر كموجة ثانية لنفس المرض_م.



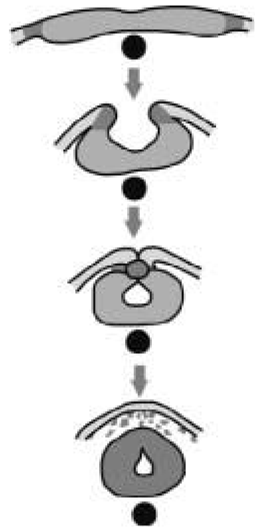
السفينة الصينية الورقية معمولة بالأوريجامي تتضمن ثلاث مراحل وسيطة أو "يرقية": "طوفاً" و"صندوقاً ذا غطائين" و"صورة في إطار"

في الحقيقة، فهذا العيبان يلغيان أحدهما الآخر إلى حد ما. فإن صفائح الأنسجة التي تُطوى، تُغمد، وتُقلَب داخلها خارجها في جنين متنمٍ تنمو بالفعل، وهذا النمو نفسه هو ما يمد بجزء من القوى الحركية، والتي في الأوريجامي تمد يد الإنسان بها. لو أردتَ عمل نموذج أوريجامي بالنسيج الحي بدلاً من ورقة ميتة، فهناك إمكانية محتملة على الأقل، أنه لو نمى اللوح النسيجيّ بالطريقة الصحيحة تماماً، ليس على نحو متماثل بل أسرع في بعض أجزاء اللوح مما في الأخرى، هذا قد يجعل اللوح يتخذ شكلاً معيناً أوتوماتيكياً، وحتى يُطوى أو ينغمد أو ينقلب داخله خارجه بطريقة معينة، بدون حاجة إلى يدين لتقوم بالمط والطي، ودون حاجة إلى أي خطة شاملة، بل قواعد موضعية. وحقيقةً إنها أكثر من إمكانية احتمالية، لأنها تحدث حقاً. لِندعُها "أوريجامي ذاتيّ" أو آليّ. كيف يعمل الأوريجامي الذاتي عملياً، في التنمي الجنيني؟ إنه يعمل، لأن ما يحدث في الجنين الحقيقي، عندما ينمو لوح من النسيج، هو أن الخلايا تنقسم. وتُحقِّق الخلايا النمو التبايني للأجزاء المختلفة من لوح النسيج، في كل جزء من اللوح، منقسمةً بمعدلات محددة بقواعد موضعية. بالتالي فإننا_بأسلوب غير مباشر_نعود إلى الأهمية الأساسية للقواعد الموضعية من الأسفل إلى الأعلى كمقابل للقواعد الشاملة من الأعلى إلى الأسفل. إنها سلسلة كاملة من نُسَخ (أكثر تعقيداً بكثير) من هذا المبدأ البسيط الذي يستمر في المراحل المبكرة للتنمي الجنينيّ.

هاكَ كيف يمضي الأوريجامي في المراحل المبكرة للتنمي الجنيني للفقاريات. إن خلية البييضة الملقحة الواحدة تنقسم لعمل خليتين. ثم تنقسم الاثنتان لعمل أربعة، وهلم جراً، مع تضاعف وتزايد عدد الخلايا سريعاً. عند هذه المرحلة لا نمو، ولا تضخم. إن الحجم الأصلي للبييضة الملقحة يتقسَّم حرفياً كما في تقطيع كيكة، وننتهي مع كرة متكورة من الخلايا في نفس حجم البييضة الأصلية. إنها ليست كرة مصمتة بل مجوفة، وتُدعى الجذيعة blastula. المرحلة التالية تكون تكوين الحويصلة الفوهية gastrulation، وهي موضوع القول الظريف الشهير لـLewis Wolpert : *"إنه ليس ميلاداً ولا زواجاً ولا موتاً، بل تكوين الحويصلة الفوهية، والذي هو أكثر الأوقات أهميةً في حياتك"*.

تكوين الحويصلة الفوهية هو نوع من الزلزال المصغَّر (في العالم الأصغر) والذي يكتسح سطح الـblastula ويُحدِث ثورة في شكلها الداخلي. تصبح أنسجة الجنين معادة التنظيم إلى حد كبير. تكوين الحويصلة الفوهية يتضمن نمطياً انبعاج الكرة المجوفة التي هي البلاستولة blastula، بحيث تصبح ذات طبقتين مع فتحة للعالَم الخارجي (انظر المحاكاة الكمبيوترية لأوستر ص١٤٧). الطبقة الخارجية لهذه الحويصلة الفوهية gastrula تُدعى الأدمة الخارجية ectoderm، والطبقة الداخلية هي الأدمة الداخلية endoderm، وهناك أيضاً بعض الخلايا تُلقى في المسافة بين الأدمة الخارجية والداخلية، والتي تُدعى الأدمة الوسطى mesoderm. كلٌ من هذه الطبقات الثلاثة البدائية مقدَّر لها أن تصنع أجزاء الجسد الرئيسية. على سبيل المثال، فإن الجلد الخارجي والنظام العصبي يأتيان من الأدمة الخارجية، والأحشاء وأعضاء داخلية أخرى تأتي من الأدمة الداخلية، والأدمة الوسطى تؤسس العضلات والعظام.

المرحلة التالية في أوريجامي الجنين تُدعى التعصيب أو تكون الأعصاب neurulation. تُظهِر الصورة التوضيحية قطاعاً عرضياً عبر وسط ظهر جنين برمائيّ معصب (يمكن أن يكون إما ضفدعاً أو سمندراً). الدائرة السوداء هي الحبل الظهريّ notochord، وهو قضيب مُصلَّب يعمل كبشير [*بادرة*] للعمود الفقري. إن الحبل الظهري سمة مميزة لشعبة الحبليات Chordata، التي ننتمي لها نحن وكل الفقاريات (رغم أننا_كمعظم الفقاريات الحديثة_تكون لدينا عندما نكون أجنة فقط). في التعصيب_كما في تكوين الحويصلة الفوهية_فإن الانغماد [*الطي*] يكون أكثر وضوحاً. لعلك تذكر أني قلت أن النظام العصبيّ يأتي من الأدمة الخارجية. حسناً، هاكم الكيفية: ينطوي جزء من الأدمة الخارجية (تدريجياً إلى الوراء على طول الجسد كزمام السحّابة [*السوستة*])، لافّةً نفسها على شكل أنبوب، وتُشذَّب حيث يُجعَل جانبا الأنبوب على شكل سحّاب [سوستة] بحيث يصيران يمتدان على طول الجسم بين الطبقة الخارجية والحبل الظهري. إن الأنبوب مقدر له أن يصبح الحبل الشوكيّ، الجذع العصبي الأساسي للجسد. أما الطرف الأمامي فيتضخم ويصبح المخ. وكل باقي الأعصاب تُنشَأ_بانقسامات خلوية تالية_من هذا الأنبوب البدئيّ.



التعصيب

لا أريد أن أخوض في تفاصيلِ سواء تكوين الحويصلة الفوهية أو التعصيب، عدا القول أنهما رائعتان، وأن التشبيه المجازيّ بلعبة الأوريجامي ينطبق تقريباً على كليهما. أنا معنيّ بالمبادئ العامة التي بها يصبح الجنين أكثر تعقيداً من خلال الأوريجامي المتضخم. أدناه صورة أحد الأشياء التي يُلاحَظ أن ألواح الخلايا تفعلها أثناء فترة التنمي الجنينيّ، كمثالٍ أثناء تكوين الحويصلة الفوهية. يمكنك أن تدرك بسهولة كيف أن هذا الطي يمكن أن يكون حركة مفيدة في "الأوريجامي" المتضخم، وإنه يلعب بالفعل دوراً رئيسياً في تكوين الحويصلة الفوهية والتعصيب.



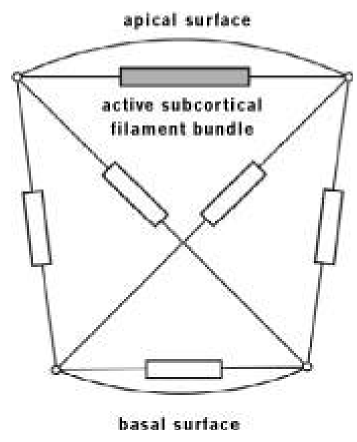
طي في لوح خلايا

إن تكوين الحويصلة الفوهية والتعصيب يُنجَزان مبكراً في التنمي الجنينيّ ويؤثران على مجمل شكل الجنين. إن الطي ومناورات أخرى للـ"أوريجامي المتضخِّم" تحقِّق هذه المراحل من التنمي الجنيني المبكر، وهي وحيل أخر تُتَضمَّن لاحقاً في التنمي، عندما تُصنَع أعضاء متخصصة كالعين والقلب. لكن_مُسلِّمين بأن لا أيدي تقوم بالطي_فبأي عملية ميكانيكية تتحقق هذه الحركات الديناميكية؟ جزئياً

_كما قد قلتُ من قبل_بالتوسع البسيط نفسه. تتضاعف الخلايا جميعاً خلال لوحِ نسيجٍ. لذا تزداد منطقتها وكونها ليس لديها مكان آخر تذهب إليه، فليس لديها خيار إلا الانثناء أو الانطواء. لكن العملية مُتحكَّم بها أكثر من ذلك، وقد حل غموضها مجموعة من العلماء بصحبة عالم الأحياء الرياضيّة اللامع George Oster، من جامعة كاليفورنيا، في Berkeley.

تشكيل الخلايا كطيور الزرازير

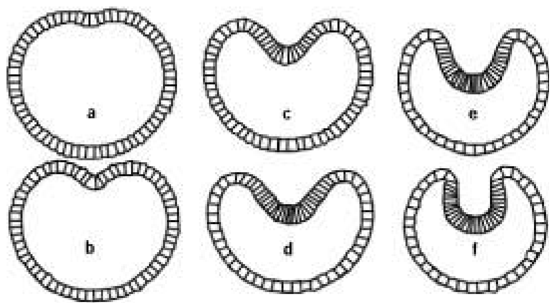
اتبّع Oster وزملاؤه نفس الإستراتيجية التي درسناها في هذا الفصل سابقاً لأجل محاكاة كمبيوترية لسرب زرازير. بدلاً من برمجة مجمل سلوك بلاستولة blastula، برمجوا خلية مفردة. ثم "نسخوها" ككثير من الخلايا، كلها متماثلة، وراقبوا ليروا ما يحدث عندما تتحد تلك الخلايا في الكمبيوتر. عندما أقول أنهم برمجوا سلوك خلية مفردة، فسيكون أحسنَ القولُ بأنهم برمجوا نموذجاً رياضياً لخلية مفردة، مؤسسين في النموذج حقائق معينة معروفة عن الخلية المفردة، لكن في شكل مبسَّط. خاصةً، أن من المعروف أن بواطن الخلايا مقاطَعة على نحو متكرر بالخيوط المجهرية microfilaments: وهي نوع من الأربطة المرنة الضئيلة، لكن مع السمة المميزة الإضافية أنها قادرة على الانقباض السريع، كألياف عصبية متشنجة. وبالفعل، فإن الخيوط المجهرية تستعمل نفس مبدأ الانقباض في الألياف العضلية[1]. بسَّطَ نموذج Oster الخلية إلى بعدين للرسم على شاشة الكمبيوتر، ونصف دستة [=٦] من الخيوط موضوعة على نحو إستيراتيجيّ في الخلية، كما ترى في الرسم أدناه. في النموذج، أُعطِيَتْ كل الخيوط المجهرية خواصاً كمية مع أسماء تعني شيئاً ما للفيزيائيين، على غرار: معامل تثبيط لزج، والثابت الزنبركيّ المطاطيّ. لا يهم ماذا تعني هذه المصطلحات بالضبط: إنها نوع من الأشياء يحب الفيزيائيون قياسها في النابضة الرجوعية (قدرة الجسم المضغوط عليه على استعادة حجمه أو شكله). رغم أنه من المرجح أن في الخلية الحقيقية ستكون الكثير من الخيوط المجهرية قادرة على التقلص، فإن أوستَر وزملاءه بسَّطوا المسائل بمنح واحد فقط من الست خيوط المجهرية هذه المقدرة. فإن استطاعوا الحصول على نتائج واقعية حتى بعد استبعاد بعض الخصائص المعروفة للخلية، فمن المفترض أنه سيكون ممكناً الحصول على نتائج بنفس الجودة على الأقل مع نموذج أكثر تعقيداً يحفَظ هذه الخصائص فيه. وبدلاً من السماح للخيط القادر على الانقباض المفرد في نموذجهم بالانقباض متى ما يشاء، فقد أسسوا فيه خاصية شائعة في أنواع معينة من الليف العضلي: عندما يستطال فوق طول معين حرجٍ، يستجيب الليف بالانقباض إلى طول أقصر بكثير من طول التوازن الطبيعي.



الخيوط المجهرية microfilaments داخل خلية نموذج أوستَر Oster

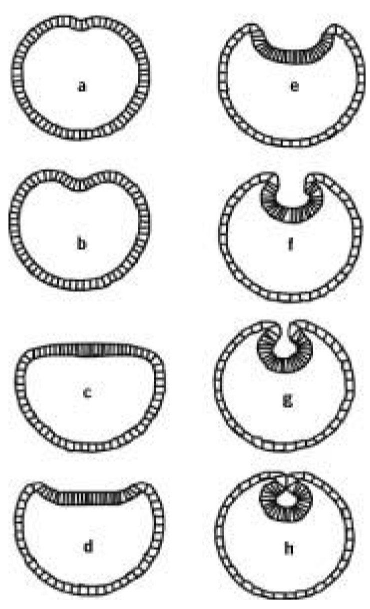
[1] عندما نحدق في الألياف العضلية تحت المجهر، نراها تتقلص_كما لو بسحر_عندما نعطيها نقطة من أدينوسين ثلاثي الفوسفات، عملة الطاقة العالمية للجسم.

من ثم، أصبح لدينا نموذجنا الخاص بخلية مفردة: نموذج مبسَّط إلى حد كبير متألف من مخطَّط ثنائي الأبعاد ينشد فيه ست زنبركات مطاطية، أحدها له السمة الخاصة للاستجابة لمط مفروض من الخارج بالانقباض بنشاط. تلك هي المرحلة الأولى من عملية صياغة النموذج. في المرحلة الثانية، نسخ أوستر وزملاؤه بضعة دستات قلائل من نماذج الخلايا ونظموها في حلقة، كبلاستولة blastula ثنائية الأبعاد. ثم تناولوا خلية واحدة ولووا خيطها القابل للانقباض لحثه على الانقباض. ما حدث بعد ذلك أروع من أن يُصدَّق. لقد تحوصل نموذج البلاستولة gastrulated! هناك ست لقطات من الشاشة تُظهِر ما حدث (الصور من a إلى f في الصورة أدناه). انتشرت موجة من الانقباض على الجانبين من عند الخلية التي قد حُثَّت، وانغمدت كرة الخلايا تلقائياً.



نموذج أوستر Oster لعملية تحوصل البلاستولة

يصبح الأمر أفضل بكثير، فقد حاول أوستر وزملاؤه تخفيض_على نموذجهم الكمبيوتريّ_حد انطلاق الخيوط القابلة للانقباض. فكانت النتيجة موجة من الانغماد مضت أكثر، وفي الحقيقة أحاطت بـ"قناة عصبية" (صور الشاشة أدناه من a إلى h). من المهم فهم ماهية مثل هذا النموذج في الحقيقة. إنه ليس تمثيلاً دقيقاً للتعصيب. فناهيك عن حقيقة أنه ثنائي الأبعاد ومبسَّط في نواحي عديدة، فإن كرة الخلايا التي "تتعصب" (صورة الشاشة رقم a) لم تكن حويصلة فوهية gastrula ثنائية الطبقات كما ينبغي أن تكون. لقد كانت نفس نقطة البداية الشبيهة بالبلاستولة كما نرى في نموذج التحوصل في الصورة أعلاه. هذا لا يهم، فلا يفترض بالنماذج أن تكون تامة الدقة في كل التفاصيل. لا يزال النموذج يُظهِر مدى سهولة محاكاة جوانب عديدة من سلوك الخلايا في الجنين المبكر. إن حقيقة أن "الكرة" ثنائية الأبعاد من الخلايا تستجيب تلقائياً للمحفز حتى لو كان النموذج أبسط من الوضع الحقيقيّ يجعل هذا دليلاً أكثر قوة. إنه يجدد تأكدنا من أن تطور الإجراآت العديدة للتنمي الجنينيّ المبكر لا ينبغي أن تكون بكل تلك الصعوبة. مع ملاحظة أن النموذج هو البسيط، لا الظاهرة التي يُبرهِن عليها.



تكوين "قناة عصبية" في نموذج أوستر

كان غرضي من شرح نماذج أوستر هو عرض نوع المبدأ العام الذي تتفاعل به الخلايا المفردة مع بعضها الآخر لبناء جسد، بدون أي طبعة زرقاء تمثل مجمل الجسد. إن الطي الشبيه بالأوريجامي، الانغماد والإحاطة في طراز أوستر، هذه هي مجرد بعض أبسط الحيل لبناء الجنين. يأتي دور أخرى أكثر اجتهاداً لاحقاً في التنمي الجنينيّ. كمثال، برهنت التجارب المبدعة أن الخلايا العصبية_عندما تنمو خارج النخاع الشوكي، أو خارج المخ_تجد سبيلها إلى شكل عضوها النهائيّ ليس باتباع أي نوع من الخطة الشاملة، بل بالتجاذب الكيميائيّ، إلى حد ما مثلما يتشمم الكلب حوله ليجد أنثى في موسم التكاثر. توضح تجربة مبكرة قام بها عالم الأجنة الحائز على جائزة نوبل Roger Sperry هذا المبدأ على نحو ممتاز. لقد أخذ Sperry وأحد زملائه دعموصاً [*فرخ ضفدع*] وأزالوا رقعة ضئيلة من الجلد من ظهره. وأزالوا رقعة أخرى، من نفس الحجم، من جلد البطن. ثم أعادوا لحام الرقعتين، لكنْ كل واحدة في مكان الأخرى: لُحِمَت بشرة البطن على الظهر، وبشرة الظهر على البطن. عندما نمى الدعموص إلى ضفدع، كانت النتيجة رائعة حقاً، كما تكون تجارب علم الأجنة عادةً. لقد كان هناك [*شكل*] طابع بريد أنيق من جلد البطن الأبيض في وسط الظهر الأسود المزركش، وطابع بريد أنيق آخر من الجلد الأسود المزركش في وسط جلد البطن الأبيض. والآن بالنسبة لمغزى القصة: فعلى نحو طبيعي، لو دغدغتَ ضفدعاً على ظهره بفرشاة خشنة، سيمسح الضفدع الموضع بقدم، كما لو كان يردع ذبابة مزعجة. لكن عندما دغدغ Sperry ضفدعه التجريبيّ على "طابع البريد" الأبيض على ظهره، مسَحَ بطنَه! وعندما دغدغه Sperry على طابع البريد الأسود على بطنه، مسح الضفدعُ ظهرَه.

إن ما يحدث في التنمي الجنيني الطبيعي_وفقاً لتفسير Sperry_هو أن المحاور العصبية axons ("أسلاك" طويلة، كلٌ منها هو امتداد أنبوبيّ ضيق لخلية عصبية مفردة) تنمو على نحو تفتيشيّ من النخاع الشوكيّ، "متشممةً" ككلب لأجل جلد البطن. ومحاور عصبية أخرى تنمو من النخاع الشوكي تفتش عن جلد الظهر. وفي الوضع الطبيعي هذا يعطي نتيجة صحيحة: الدغدغات على الظهر تبدو كما لو كانت على الظهر، بينما الدغدغات على البطن تبدو كما لو كانت على البطن. لكن في ضفدع Sperry التجريبي، وجدَتْ بعض الخلايا العصبية المفتِّشة عن جلد البطن الطابعَ البريدي من جلد البطن مزروعاً على الظهر، ربما لأنها تفتش بشكل سليم. والعكس صحيح. إن الذين يعتقدون في نوع ما من نظرية الصفحة النقية *tabula rasa*[1]_والتي وفقاً لها كلنا وُلِدنا ذوي صفحة مخ بيضاء، ونملأها بالخبرات_يجب أن يكونوا مندهشين لنتيجة Sperry. كانوا ليتوقعوا أن تتعلم الضفادع من الخبرة أن تشعر بمسالك جلدها الخاص بها، رابطةً الأحاسيس الصحيحة مع الأماكن الصحيحة على الجلد. بدلاً من ذلك، يبدو أن كل خلية عصبية في النخاع الشوكي مصنفة إلى_مثلاً_خلية عصبية للبطن أو خلية عصبية للظهر، حتى قبل أن تقوم بالاتصال مع الجلد الملائم. ستجد لاحقاً نقطة الجلد المحددة كهدف، أينما قد تكون. فإن زحَفَة ذبابةٌ على طول جلدها، فيُفترَض أن ضفدع Sperry سيمر بتجربة وهم أن الذبابة وثبت فجأة من الظهر إلى البطن، ثم عندما تزحف أكثر، ستتوهم لحظياً أنها وثبت إلى الظهر مجدداً.

قادت تجارب كهذه Sperry إلى صياغة فرضيته عن (الانجذاب الكيميائي)، التي وفقاً لها فإن النظام العصبي يربط نفسه ليس باتباع طبعة تخطيطية زرقاء شاملة، بل ببحث كل محور عصبي مفرد عن العضو النهائي الذي له انجذاب كيميائي معين. مجدداً، لدينا وحدات صغيرة موضعية تتبع قواعد موضعية. تُحَثّ الخلايا عامةً بـ"علامات"، شارات كيميائية تمكنهن من إيجاد "شركائهن". ويمكننا أن نعود إلى تشبيه الأوريجامي لنجد موضعاً آخر حيث يُبرهَن فيه أن مبدأ التصنيف أو "وضع الشارات" مفيد. إن ورقة

[1] العقل الخام في فلسفة جون لوك_م.

الأوريجامي البشرية لا تستعمل الصمغ، لكنها يمكنها. ويستعمل أوريجامي الجنين_الذي بواسطته تُكَوِّن أجسامُ الحيوانات أنفسَها_ بالفعل شيئاً مكافئاً للصمغ، أو لنقل الأصماغ_بالأحرى_لأن هناك الكثير منهم، وهذا حيث يحقق وضع الشارات نجاحه بانتصار. إن للخلايا مجموعة تقنيات معقدة من "جزيئات الالتصاق" على سطحها، والتي بواسطتها تلتصق بخلايا أخرى. يلعب اللصق الخلوي دوراً هاماً في التنمي الجنيني في كل أجزاء الجسم. رغم ذلك، فهناك اختلافاً جوهرياً عن الأصماغ المألوفة لنا. فبالنسبة لنا، الصمغ هو الصمغ هو الصمغ. بعض الأصماغ أقوى من الأخرى، وبعضها أسرع ثباتاً من الأخرى، وبعضها أكثر مناسبة للخشب، مثلاً. بينما أخرى تصلح أفضل لأجل المعادن أو البلاستيكيات. لكن ذلك عن التنوع بين الأصماغ.

إن "جزيئات الالتصاق" الخلويّ أكثر براعة من ذلك بكثير. أكثر تدقيقاً، يمكنك أن تقول. فبخلاف غراآتنا الصناعية، والتي تلتصق بمعظم الأسطح، فإن جزيئات الالتصاق الخلوي ترتبط فقط مع جزيئات التصاق خلوي معينة من النوع الصحيح بالضبط. إن أحد أصناف جزيئات الالتصاق في الفقاريات، وهو الـcadherins يأتي في حوالي ثمانين شكلاً معروفاً حتى الآن. مع بعض الاستثناآت، فإن كلاً من هذه الـcadherins الثمانين أو نحو ذلك ترتبط فقط مع نوعها الخاص. انسَ تشبيهَ الغراء للحظة، إن تشبيهاً جزئياً أفضل ربما يكون لعبة الأطفال الجماعية حيث كل طفل يُحدَّد له حيوان، وعليهم كلهم أن يتحركوا حول الغرفة عاملين ضجيجاً كالحيوانات المخصصة لهم. يعرف كل طفل أن هناك طفلاً واحداً آخر فقط قد حُدِّدَ له نفس الحيوان مثله، وعليه أن يجد رفيقه بالاستماع خلال نشاز تقليدات فناء المزرعة. الـcadherins تعمل مثل ذلك. ربما_مثلي_يمكنك التصور على نحو غامض كيف أن "التشحيم الحكيم" لأسطح الخلايا بـ"غراآت" معينة عند نقاط إستراتيجية قد يُحسِّن ويعقِّد مبادئ التركيب الذاتي لأوريجامي الجنين. لاحظ_مجدداً_أن هذا لا يتضمن أي نوع من خطة شاملة، بل بالأحرى مجموعة تدريجية مجزَّأة من القواعد الموضعية.

الإنزيمات

بعدما رأينا كيف تلعب جميع ألواح الخلايا لعبة الأوريجامي في تشكيل الجنين، لنغُصْ الآن داخل خلية مفردة، حيث سنجد نفس مبدأ الانطواء الذاتي والتغضن الذاتي، لكن على مقياس أصغر، مقياس الجزيء البروتيني الواحد. إن البروتينات هامة إلى حد هائل، لأسباب يجب أن أستغرق وقتاً لشرحها، بدءً من تفكر مثير احتفاءً بالأهمية الفريدة للبروتينات. أحب التفكر كم ينبغي علينا أن نتوقع أن تكون الحياة مختلفة على نحو غريب في الأماكن الأخرى من الكون، لكني أعتقد أن شيئاً أو شيئين كونيان، أينما قد توجد حياة. سيتضح أن كل أشكال الحياة قد تطورت بعملية مرتبطة بالانتخاب الطبيعيّ الدارْونيّ للجينات، وستعتمد بشدة على البروتينات، أو جزيئات مشابهة، والتي كالبروتينات قادرة على طي أنفسها إلى تنوع كبير من الأشكال. إن جزيئات البروتين فنانو فنون الأوريجامي الذاتيّ، على مقياس أصغر بكثير من الذي لألواح الخلايا الذي ناقشناه حتى الآن. إن جيئات البروتينات هي مَعارِض باهرة لما يمكن تحقيقه عندما تُطاع القواعد الموضعية على مقياس موضعي.

إن البروتينات هي سلاسل من جزيئات أصغر تُدعى الأحماض الأمينية، وهذه السلاسل_كألواح الخلايا التي درسناها_تطوي أنفسها، بأساليب محددة إلى حد كبير، لكن على مقياس أصغر بكثير. في البروتينات الموجودة على نحو طبيعي هناك فقط عشرون نوعاً من الأحاض الأمينية (وهي حقيقة علمية ستختلف افتراضياً على كواكب كائنات فضائية)، وكل البروتينات هي سلاسل مربوطة سوياً من

خزانة تقنيات العشرين هذه، بعيداً عن مجموعة أكبر بكثير من الأحماض الأمينية الممكنة. أما عن الأوريجامي الذاتيّ، فإن جزيئات البروتين متَّبعةً ببساطة قوانين الكيمياء والديناميكيات الحرارية thermodynamics، تلوي أنفسها تلقائياً وآلياً إلى أشكال ثلاثية الأبعاد بدقة. أكاد أكون قلتُ "عُقَد"، لكن بخلاف شكل سمكة الشيطان hagfish فإن البروتينات لا تربط أنفسها حرفياً في عُقَد. إن البنيوات ثلاثية الأبعاد التي تطوي وتلوي سلاسل البروتين أنفسها إلى شكلها هي (بنيوات ثلاثية)، كالتي قابلناها باختصار عند دراسة التركيب الذاتيّ للڤيروسات.

إن أي تسلسل مفترَض للأحماض الأمينية يُملي نمطَ طي معين. إن تسلسل الحمض الأمينيّ_والذي يحدده هو نفسه تسلسلُ حروف في الشفرة الجينية_يحدد شكل النمط الثلاثيّ[1]. إن شكل البنية الثلاثية_بدوره_له نتائج كيميائية هامة إلى حد كبير.

إن الأوريجامي الذاتي الذي به تطوي وتلف سلاسل البروتين أنفسها محكوم بقوانين التجاذب الكيميائي، والقوانين المحدِّدة للزوايا التي ترتبط عندها الذرات أحدها مع الآخر. تخيل عُقْداً مشكلاً بغرابة من أحجار المغناطيس. لن يتعلق العقد في شكل منحنى سلسلة انسيابي حول عنق انسيابية رشيقة. بل سيتخذ شكلاً آخر ما، فيصبح مشتبكاً حيثما تتوافق أحجار المغناطيس مع بعضها البعض وتنفرج عن زوايا بعضها الآخر عند نقاط متعددة على طول السلسلة. وبخلاف حالة سلسلة البروتين، فإن الشكل الدقيق لتشابك أحجار المغناطيس لن يكون قابلاً للتنبؤ به، لأن أي مغناطيس سيجذب أي آخر. لكنه تشبيه يوحي بكيفية تكوين سلاسل من الأحماض الأمينية تلقائياً بنيةً معقدة شبيهة بالعقد، والتي ربما لا تبدو كسلسلة أو قلادة.

إن تفاصيل كيفية تحديد الكيمياء للبنية الثلاثية للبروتين لم تُفهَم بعد على نحو كامل، فلا يستطيع علماء الكيمياء بعدُ الاستنتاجَ_في كل الحالات_كيف سيلتف تسلسل معين من الأحماض الأمينية. ومع ذلك، فهناك دليل جيد أن البنية الثلاثية يمكن استنتاجها *من ناحية المبدأ* من تسلسل الأحماض الأمينية. ليس هناك شيء غامض في عبارة "من ناحية المبدأ". فلا يمكن لأحد التنبؤ بكيفية وقوع موت، لكننا نعتقد جميعاً أنه محدَّد كلياً بتفاصيل دقيقة لكيفية سقوط الجثة، بالإضافة إلى بعض العوامل بصدد مقاومة الرياح وما إلى

---

[1] هذا التصريح يحتاج إلى تحفظ هام. إن تحديد تسلسل الأحماض الأمينية بالجينات هو بالفعل مطلق. لكن تحديد الشكل ثلاثيّ الأبعاد بحمض أميني أحاديّ البُعد ليس مطلقاً، وهذا يهم حقاً. فهناك بعض سلاسل الأحماض الأمينية لها المقدرة على الالتفاف في شكلين بديلين. إن البروتينات التي تُدعى بريونات prions _كمثال_ لها شكلان ثابتان. هذه بدائل منفصلة بلا أشكال متوسطة ثابتة، بنفس الطريقة التي بها مفتاح النور ثابت إما في وضع الأعلى أو الأسفل لكن لا مكان في الوسط. مثل هذه البروتينات يمكن أن تكون كارثية أو مفيدة. في حالة البريونات فإنها كارثية. ففي مرض (جنون البقر) يصادف أن بروتيناً مفيداً في المخ (إنه عنصر طبيعي في أغشية الخلية) له شكل بديل. أسلوب بديل لطي نفسه في أوريجامي ذاتيّ. إن الشكل البديل لايُرى أبداً على نحو طبيعي، لكن ما أن ينشأ فإنه يحث الجزيئات المجاورة على اتّباع التلاؤم، فهي تنسخه وتنقلب إلى الشكل البديل. كموجة من الدمينو [الدومنة] المتساقطة، أو الانتشار غير المسؤول لشائعة، ينتشر البريون البديل خلال المخ، مع نتائج كارثية للبقرة. أو للشخص في حالة مرض متلازمة Creutzfeldt–Jakob، أو للخروف في حالة داء سكريبي العصبيّ scrapie. لكنْ أحياناً تكون الجزيئات ذوات القدرة على عمل أوريجامي ذاتيّ في أكثر من شكل بديل واحد مفيدة. فبدون ترك التشبيه المجازيّ لمفتاح النور، نجد مثالاً جميلاً. فإن الـRhodopsin البروتين المسئول في أعيننا عن حساستنا للضوء، له عنصر أساسي لا يتجزأ منه يُدعى retinal [الشبكي] (ليس بروتيناً هو نفسه) والذي ينقلب من شكله الأساسي الثابت إلى شكله البديل عندما يقابله فوتون ضوء. ثم يعود سريعاً، كمفتاح نور على مؤقِّت للتكلفة، لكن في خلال ذلك يُسَجِّل الانقلاب في المخ. "*يَسْتَبِين النورُ عند موضع الدبوس هذا هنا*". من كتاب Jacques Monod الرائع (الحظ والضرورة)، إنه جيد على نحو خاص لمثل هذه الجزيئات ثنائية المفتاح.

ذلك. إنها حقيقة مبرهن عليها أن التسلسل المعين للأحماض الأمينية دائماً يلتف إلى شكل معين، أو واحد من مجموعة أشكال بديلة منفصلة (انظر الهامش الطويل أدناه). و_النقطة الهامة بالنسبة للتطور_أن تسلسل الأحماض الأمينية هو نفسه محدَّد على نحو كامل، من خلال تنفيذ القواعد الخاصة بالشفرة الوراثية، بتسلسل ثلاثيات "الحروف" في الجين. ورغم أنه ليس من السهل لعلماء الكيمياء البشر التنبؤ بكنه التغير في شكل البروتين الذي سينتج بسبب تطفر جينيّ معين، فإنها لا تزال حقيقةً أن حالما تحدث طفرة، فإن التغير الناتج في شكل البروتين سيكون قابلاً للتنبؤ به من ناحية المبدأ. إن نفس الجين الطافر سيُنتِج على نحو موثوق منه شكلَ نفس البروتين البديل (أو قائمة مميزة من الأشكال البدائل). وهذا هو كل ما يهم لأجل الانتخاب الطبيعيّ. لا يحتاج الانتخاب الطبيعي لأن يفهم سبب كَونِ تغيرٍ جينيٍّ له نتيجة معينة. يكفي أنه يفعل. إن أثَّرَت تلك النتيجة على البقاء حياً، فإن الجين المتغير نفسه سيصمد أو يسقط في التنافس في الهيمنة على الحوض الجينيّ، سواء أفهمنا أم لا الطريقة الدقيقة التي يؤثِّر بها الجين على البروتين.

مُسلِّمين بأن شكل البروتين متقلب إلى حد كبير، ومسلِّمين بأنه يُحدَّد بالجينات، فلماذا هو هام للغاية على نحو بارز؟ جزئياً لأن بعض البروتينات لها دور بنيوي مباشر تلعبه في الجسم. فالبروتينات الليفية_كالكولاجين_ترتبط سوياً في حبال قوية، والتي نسميها أربطة وأوتار. لكن معظم البروتينات ليست ليفية. بدلاً من ذلك، فإنها تطوي أنفسها إلى شكلها الكروي المميز الخاص بها، كاملاً مع انبعاجات دقيقة، وهذا الشكل يحدِّد دور البروتين المميز كإنزيم، والذي هو محفِّز [وسيط كيميائيّ] *catalyst*.

المحفز هو عنصر كيميائي يُسرِّع _بمقدار مليار أو حتى تريليون مرة_التفاعلَ الكيميائي بين العناصر الأخرى، بينما يخرج المحفز نفسه من العملية سليماً وحراً للتحفيز مرة أخرى. الإنزيمات_التي هي محفِّزات بروتينية_هي أبطال بين المحفزات بسبب دقتها: إنها دقيقة للغاية بصدد أي التفاعلات الكيميائية تسرِّعها بدقة. أو ربما يمكننا القول: التفاعلات الكيميائية في الخلايا الحية دقيقة جداً بشأن أي الإنزيمات تسرِّعها. إن الكثير من التفاعلات في الكيمياء الخلوية بطيئة للغاية لدرجة أنها_بدون الإنزيم الصحيح_من الناحية العملية لا تحدث على الإطلاق. لكن مع الإنزيم الصحيح فإنها تحدث سريعاً جداً، ويمكنها أن تنتج بوفرة المنتجات بكمية ضخمة.

هاكم كيف أريد أن أعبر عن الأمر: إن معمل الكيمياء لديه مئات الزجاجات والبرطمانات على أرففها، كلٌ منها يحتوي على مادة مختلفة نقية: مركبات وعناصر، محاليل ومساحيق. يختار كيميائي راغب في عمل تفاعل معين زجاجتين أو ثلاثة، آخذاً عينة من كل واحدة، مازجاً إياهن في أنبوب اختبار أو دورق، ربما يستعمل الحرارة، فيحدث التفاعل. التفاعلات الكيميائية الأخرى التي يمكن أن تحدث في المعمل لا تحدث، لأن الجدران الزجاجية للزجاجات والبرطمانات تمنع التقاء المحتويات. إن أردتَ تفاعلاً كيميائياً مختلفاً تمزج محتويات مختلفة في دورق مختلف. في كل مكان هناك حواجز زجاجية تحفظ المواد النقية معزولة أحدها عن الآخر في زجاجات أو برطمانات، وتُبقي المركبات المتفاعلة معزولة أحدها عن الآخر في أنابيب اختبار أو دوارق أو كؤوس طويلة.

إن الخلية الحية_أيضاً_هي معمل كيميائي عظيم، ولديها مخزن كبير للكيماويات على نحو مماثل. لكنها لا تُحفَظ في أوانٍ ومرطبانات معزولة على أرفف. بل إنها جميعاً ممزوجة تماماً سوياً. إنه كما لو أن مخرِّباً همجياً ونداليا[1]، سيداً للفوضى الكيميائية دخل المعمل، وتناول كل الزجاجات على كل الأرفف، وقلبها بحماسة فوضوية في قِدر واحد كبير. أليس شيئاً فظيعاً أن يُفعَل؟ حسناً، سيكون كذلك إن تفاعلَتْ كلها سوياً، في كل الاتحادات الممكنة. إلا أنها لا تفعل. أو لو فعلت، فإن المعدل الذي تتفاعل به سوياً بطيء للغاية بحيث قد تكون كما لو كانت بالضبط لا تتفاعل على الإطلاق. ما عدا_وهذا هو كل جوهر الموضوع_إن كان إنزيمٌ موجوداً. لا حاجة لزجاجات وبرطمانات زجاجية لإبقاء المواد معزولة لأنها_من الناحية العملية_لن تتفاعل معاً على أية حال. ما لم يكن الإنزيم الصحيح موجوداً. إن المكافئ لحفظ المواد الكيميائية في زجاجات مسدودة بسدادة إلى أن تريد مزج زوج معين_مثلاً (أ) و(ب)_هو مزج جميع مئات المواد تماماً في تخمير ضخم لساحرة، لكن مع التزويد فقط بالإنزيم الصحيح لحث التفاعل بين (أ) و(ب) وليس اتحادات أخرى. حقيقةً، فإن التشبيه المجازيّ لقالب الزجاجات على نحو فوضويّ يتجاوز الحد. فالخلايا تحتوي بالفعل علىبنية تحتية من الأغشية والتي بينها، وخلالها، تمضي التفاعلات الكيميائية. إلى حد ما، تلعب هذه الأغشية دور التقسيمات الزجاجية بين أنابيب ودوارق الاختبار.

إن مغزى هذا القسم من هذا الفصل هو أن "الإنزيم الصحيح" [الملائم] يحقق "ملاءمته" إلى حد كبير من خلال شكله الفيزيائي (وذلك مهم، لأن الشكل الفيزيائي تحدده الجينات، وإنها الجينات التي تبايناتها جوهرياً يؤيدها أو لا يؤيدها الانتخاب الطبيعي). إن الجزيئات تُنقَل وتُطوى وتُمدَّد بوفرة خلال الحساء الذي يبلل باطن الخلية. ربما يقبل جزيء من المادة (أ) أن يتفاعل مع جزيء من المادة (ب)، لكن فقط لو تلاقيا عند تواجههما في الاتجاه الصحيح بالضبط، بالنسبة إلى أحدهما الآخر. بشكل حاسم، فهذا يحدث نادراً، مالم يتدخل الإنزيم الملائم. إن الشكل الدقيق للإنزيم، الشكل الذي يطوي نفسَه إليه مثل قلادة مغناطيسية، يجعله منقَّراً بالفجوات والانبعاجات، وكل واحدة منها هي نفسها لها شكل دقيق. كل إنزيم لديه ما يُدعى بـ(الموقع النشِط)، الذي هو عادةً انبعاج أو جيب معين، والذي شكله وسماته الكيميائية تمنح الإنزيم سمته المميزة. إن كلمة "انبعاج" لا توصل على نحو كافٍ السمة المميزة، والدقة لهذه الآلية. ربما التشبيه الأفضل هو مقبس كهربائي. فيما يسميه صديقي عالم الحيوان John Krebs بـ"مؤامرة المقابس الكبيرة". إن الدول المختلفة حول العالَم قد تبنت أعرافاً اعتباطية مختلفة على نحو مزعج للقوابس والمقابس. فالقوابس البريطانية لا تلائم المقابس الأمِركية، أو الفرنسية، وهكذا. إن المواقع النشطة على سطح الجزيئات البروتينية هي مقابس يتلائم معها نوع معين فقط من الجزيئات. لكن بينما مؤامرة القوابس الكبيرة تصل إلى ستة أشكال منفصلة حول العالم (كافية تماماً لإنشاء إزعاج متواصل للمسافرين)، فإن الأنواع المختلفة من المقابس التي تضعها الإنزيمات أكثر تعدداً بكثير.

تصور إنزيماً معيناً، والذي يحفز الاتحاد الكيميائي لجزيئين (ج) و(د)، لعمل المركب (ج د). نصف الموقع النشط "المقبس" مناسب فقط للجزيء من النوع (ج) ليعشش فيه، كلعبة أحجية تركيب الصورة. والنصف الآخر من نفس المقبس مشكَّل بدقة على نحو مساوٍ للجزيء (د) ليدخل فيه، مواجهاً الاتجاه السليم بالضبط ليتحد كيميائياً مع العنصر (ج) الذي هو موجود هناك من قبل. متشارِكَيْن انبعاجاً، متماسكين بثبات عند الزاوية الملائمة تماماً لكل منهما من خلال جزيء الإنزيم "الخاطبة"، فيتحد جزيئا (ج) و(د). الآن يتحرر المركب الجديد (ج د) في الحساء، تاركاً الانبعاج النشط لجزيء الإنزيم حراً ليوحِّد (ج) آخر مع (د) آخر. تمتلئ الخلية بأسراب

[1] Vandal تعني في الإنجليزية الشخص الذي يتعمد التخريب قصداً وحقداً، والكلمة مأخوذة من قبائل الوندال الجرمانية الهمجية التي أغارت على وسط أوربا ودمرت روما والأعمال الفنية في القرن الخامس الميلادي.

من جزيئات الإنزيم المتماثلة، تعمل جميعاً باستمرار كروبوتات في مصنع سيارات، منتجة وضاخة بكميات كبيرة جزيء (ج د) في مكافئ خلوي للإنتاج الصناعي. ضع إنزيماً مختلفاً في نفس الخلية، وستنتج منتَجاً مختلفاً، ربما مثلاً (س ص) أو(ج ط) أو(هـ و). المنتَج النهائي سيكون مختلفاً، رغم أن المواد الخام المتاحة هي نفسها. بعض الأنواع الأخرى من الإنزيمات معنية ليس بإنشاء اتحادات جديدة، بل بتحطيم القديمة. بعض هذه الإنزيمات تُتَضمَّن في هضم الطعام، وهي تُستَعمَل أيضاً في "مساحيق الغسيل" البيولوجية. لكنْ، بما أن هذا الفصل عن إنشاء الأجنة، فإننا هنا مهتمون أكثر بالإنزيمات البنَّاءة، والتي تتوسَّط لتركيب المركبات الكيميائية الجديدة. إحدى هذه العمليات معروضة في حركتها في الصفحة الملونة ١٢.

ربما قد تواجهك معضلة: إنه من الجيد تماماً الحديث عن تشبيه انبعاجات وتجاويف [مقابس] لعبة الأحجية، مواقع نشطة دقيقة قادرة على تسريع تفاعل كيميائي معين تريليون ضعفاً. لكن ألا يبدو جيداً للغاية عن أن يكون حقيقياً؟ كيف تطورت جزيئات الإنزيمات ذات الشكل الصحيح بالضبط من بدايات أقل مثاليةً؟ ما هي احتمالية أن مقبساً، مُشكَّلاً بعشوائية، سيكون له الشكل السليم تماماً، والسمات الكيميائية السليمة تماماً، ليُرتِّب الزواج بين جزيئين، (ج) و(د)، محتالاً للقائهما عند الزاوية الصحيحة بالضبط؟ ليس كبيراً جداً لو تفكر في "أحجية تركيب منتهية"، أو_في الحقيقة_لو تفكر في "مؤامرة قوابس كبيرة". بدلاً من ذلك، عليك أن تفكر في "منحدَر تقدم سلس". كما هي العادة عندما يواجهنا لغز كيفية نشوء التعقيد والأشياء غير المحتملة في التطور، إنها مغالطة أن يُفترَض أن الكمال النهائي الذي نراه اليوم هو ما كان عليه الأمر دائماً، أيْ جزيئات الإنزيمات المُشكَّلة بصورة مثالية، المتطورة إلى حد كبير لتحقق تسريعاً تريليون ضعف للتفاعلات التي تحفزها، وهي تفعل ذلك بكونها مصنوعة ببراعة على نحو بديع إلى الشكل السليم بالضبط. لكنك لا تحتاج إلى تسريع تريليون ضعفاً ليؤيدك الانتخاب الطبيعي. إن مليون ضعفاً سيؤدي ذلك على نحو لطيف! وكذلك سيفعل ألف ضعف. وحتى عشرة أضعاف أو ضعفين ستكون كافية للانتخاب الطبيعيّ ليحصل على سيطرة كافية. هناك تحسن تدريجيّ في أداء الإنزيم، على امتداد الطريق من لا انبعاج تقريباً، مروراً بانبعاج مشكَّل على نحو بسيط، وصولاً إلى مقبس ذي الشكل والشارة الكيميائية الملائمين بالضبط. مصطلح (منحنى) أو (ميل) يعني أن كل خطوة هي تقدم ملاحَظ_رغم أنه طفيف_على الذي قبله. و(مُلاحَظ) للانتخاب الطبيعيّ قد تعني تحسناً أصغر من الحد الأدنى الذي سيُتَطلَّب لنا لنلاحظه.

بالتالي، ترى الطريقة التي يعمل بها الأمر. بسيط بروعة! الخلية هي مصنع كيميائي متعدد الاستعمالات، قادر على دفق كميات ضخمة من تنوع واسع من المواد المختلفة، والاختيار يتم بأي إنزيم موجود. وكيف يتم عمل هذا الاختيار؟ بأي جين يُشغَّل. كما لو كانت الخلية حوضاً مليئاً بالكثير من المواد الكيميائية، فقط أقلية من الجينات تُشغَّل. عندما يُشغَّل جين_مثلاً في خلية للبنكرياس_ فإن تسلسل حروف شفرته يقرِّر مباشرةً تسلسلَ الأحماض الأمينية في بروتين، ويقرِّر تسلسلُ الأحماض الأمينية الشكلَ الذي يَطوي إليه البروتينُ نفسَه. (تتذكر تشبيه العقد المغناطيسي؟)، ويقرِّر الشكلُ الذي يطوي البروتين نفسَه إليه المقابسَ المشكَّلة بدقة التي تزاوِج الموادَ المتراكمة في الخلية هنا وهناك. إن كل خلية تحتوي على جينات لعمل جميع الإنزيمات، مع استثناآت قليلة جداً ككريات الدم الحمراء التي تفتقد الأنوية. لكن في أي خلية واحدة، فقط جينات قليلة جداً ستُشغَّل في أي وقت مفرد. مثلاً، في خلايا الغدة الدرقية، تُشغَّل الجينات التي تصنع الإنزيمات المناسبة لأجل تصنيع هرمون الغدة الدرقية. وعلى نحو مماثل بالنسبة لكل الأنواع المختلفة من الخلايا. في النهاية، فإن التفاعلات الكيميائية التي تجري في الخلية تُقرِّر أسلوبَ تشكل الخلية وسلوكَها، وأسلوبَ مشاركتها في التفاعلات أوريجامية النمط مع الخلايا الأخرى. من ثمَّ فإن كل سياق التنمي الجنينيّ يُتحكَّم به_عبر تسلسل معقد من الأحداث_

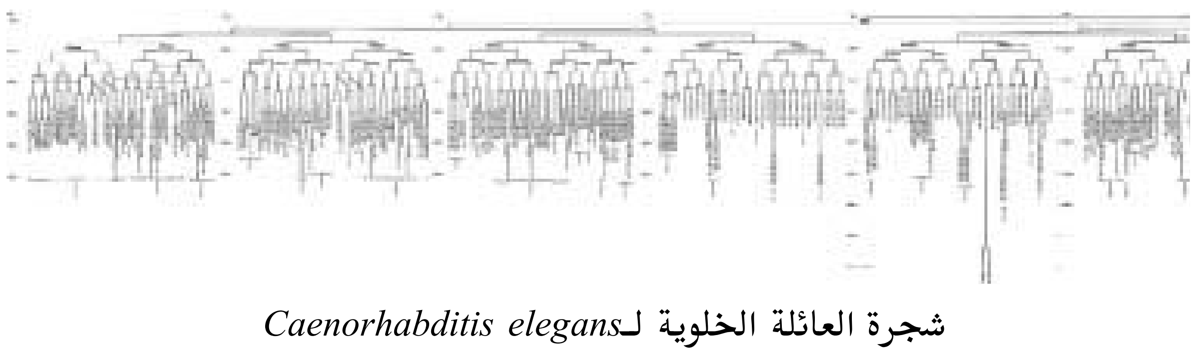
بالجينات. فالجينات هي التي تحدد تسلسلاتِ الأحماض الأمينية، والتي تحدد بدورها البنيواتِ الثلاثية للبروتينات، والتي تحدد بدورها الأشكالَ الشبيهة بالمقابس الخاصة بالمواقع النشطة، والتي تحدد كيمياءَ الخلية، والتي تحدد سلوك الخلية "الشبيه بطيور الزرازير" في التنمي الجنينيّ. من ثم، فإن الاختلافات في الجينات يمكن أن تُسبِّب_عند الطرف المؤسِّس لسلسلة الأحداث المعقدة_ الاختلافات في طريقة تنمي الجنين، وبالتالي الاختلافات في شكل وسلوك البالغين. ثم يعمل النجاح البقائي والتكاثري لهؤلاء البالغين تغذيةً ارتجاعية على بقاء الجينات التي تصنع الفرق بين النجاح والفشل في الحوض الجيني. وذلك هو الانتخاب الطبيعي.

إن علم الأجنة يبدو معقداً، إنه معقد، لكن سهلٌ فهم النقطة الهامة، والتي هي أننا نتعامل مع عمليات تركب ذاتي موضعية على طول الطريق. إن سؤال آخر منفصل_مُسلِّمين بأن كل الخلايا (تقريباً) تحتوي كل الجينات_فكيف يُحدَّد أي الجينات تُشغَّل في كل نوع مختلف من الخلايا. يجب أن أناقش هذا الآن.

دراسة الديدان

يُحدِّد ما إذا كان جين معيَّن يُشغَّل أم لا في خلية معينة عند وقت معين من قِبَل البيئة الكيميائية للخلية، عادةً بواسطة سلسلة من جينات أخرى تُدعى جينات التحويل أو الجينات المتحكمة. إن خلايا الغدة الدرقية مختلفة تماماً عن خلايا العضلات، وما إلى ذلك، رغم أن جيناتهن هي نفسها. قد تقول: ذلك كله جيد جداً، حالما أن تنمي الجنين يُجرَى بتقدم، والأنواع المختلفة من الأنسجة كالدرقية والعضلية توجد بالفعل. لكن كل جنين يشرَع كخلية واحدة.

إن خلايا الدرقية وخلايا العضلات وخلايا الكبد و وخلايا العظام وخلايا البنكرياس وخلايا الجلد كلها تتحدر من خلية ببيضة ملقَّحة وحيدة، عبر شجرة أسرية متفرعة. هذه الشجرة العائلية الخلوية تعود إلى ما ليس أبعد من لحظة الحمل، فلا علاقة لها بالشجرة التطورية التي تعود إلى ملايين السنين، والتي تظل ترد عرَضياً في الفصول المختلفة للكتاب. فلأُرِكَ_كمثال_الشجرة الأسرية الكاملة لـ ٥٥٨ خلية ليرقة مفقوسة حديثاً لدودة خيطية، من نوع *Caenorhabditis elegans* (الرسم البياني أدناه، أرجو إعطاء تركيز محكم لكل تفصيلة لهذا الرسم). بالمناسبة، لا أعلم ماذا فعلَت هذه الدودة الضئيلة لتكتسب اسم نوعها *elegans* [*والذي يشير إلى الذكاء أو البراعة _ المترجم*]، لكن يمكنني التفكير بسبب جيد عن لماذا قد تكون استحقته. باسترجاع الماضي، أعلم أن ليس كل قرائي يحبون استطراداتي، لكن البحث الذي قِيم به على *Caenorhabditis elegans* هو انتصار رنَّان هائل للعلم، لدرجة أنك لن تستوقفني.



شجرة العائلة الخلوية لـ*Caenorhabditis elegans*

اختيرت *Caenorhabditis elegans* في ستينيات القرن العشرين كحيوان تجارب مثالي من قِبَل عالم الأحياء الجنوب أفريقي اللامع على نحو هائل Sydney Brenner الذي كان قد أكمل مؤخراً وقتئذٍ عمله_مع Francis Crick وآخرين في جامعة كامبردِج_في فك الشفرة الجينية، وكان يبحث عن مشكلة كبيرة أخرى لحلها. لقد أدّى اختيارُه المُلهَم، وبحثُه الرائد الخاص به على جيناتها وتشريحها العصبي، إلى نشوء مجتمع عالمي للأبحاث على *Caenorhabditis elegans* والتي تنامت إلى الآلاف. إنه القليل من المبالغة فقط أن نقول أننا نعرف كل شيء الآن عن دودة *Caenorhabditis elegans*! نعرف كامل جينومها. نعلم بالضبط أين توجد كل واحدة من خلايا الـ٥٥٨ (في اليرقة، و٩٥٩ في الشكل الخنثوي البالغ) في الجسم، ونعلم "التاريخ الأسري" [*أو التنموي الجنيني_م*] لكل واحدة من تلك الخلايا، خلال التنمي الجنيني. نعلم عدداً كبيراً من الجينات المتطفرة، والتي تنتج ديداناً غير طبيعية، ونعلم بالضبط أين تعمل الطفرات في الجسد والتاريخ الخلوي الدقيق لكيفية تنمي الشذوذ [اللاطبيعية]. هذا الحيوان الضئيل معروف من البدء إلى النهاية، معروف من الداخل إلى الخارج، معروف من الرأس إلى الذيل وكل المحطات بينهما، معروف تماماً وعلى نحو كامل. قُدِّر Brenner متأخراً بجائزة نوبل للفسيولوجي [علم وظائف الأعضاء] في عام ٢٠٠٢، وقد سُمِيَ نوعٌ ذو قرابة باسمه تكريماً له، هو *Caenorhabditis brenneri*. إن عموده المنتظم في جريدة (علم الأحياء المعاصر) *Current Biology*_تحت عنوان اسم الكاتب "العم Syd"_هو نموذج لخفة الدم الذكية والمتبسِّطة، بنفس درجة روعة الجهد البحثي العالَمي على *Caenorhabditis elegans* الذي ألهَم به. لكني أتمنى حقاً من علماء البيولوجي الجزيئية أن يتحدثوا إلى بعض علماء الحيوان (مثل Brenner نفسه) ويتعلموا عدم الإشارة إلى *Caenorhabditis* باعتبارها "الـ" دودة الخيطية، أو حتى "الـ" دودة، كما لو كان ليس هناك ديدان أخرى.

بالتأكيد لا يمكنك قراءة أسماء أنواع الخلايا في أسفل الرسم البياني (كانت ستحتاج سبع صفحات لطباعة الأمر كله على نحو مقروء)، إلا أنها تقول أشياء مثل (البلعوم) و(العضل المعوي) و(العضل الجسدي) و(العضلات الصارّة) sphincter و(العقدة العصبية الحلَقية) و(العقدة العصبية القطنية). إن خلايا كل هذه الأنواع هي حرفياً أقارب أحدها إلى الآخر: أقارب بمزية سلسلة نسبها خلال عمر الدودة المفردة. كمثال، أنا أنظر إلى خلية عضلية جسدية معينة تُدعى MSpappppa، والتي هي أخت (قريبة) لخلية عضلية جسدية أخرى، والقريب الأول [ابنة العم] لخليتين عضليتين جسديتين أخريين، والقريب الأول الذي انتقل ذات مرة لخليتين عضليتين جسديتين أخريين أيضاً، والقريب الثاني لست خلايا بلعومية، والقريب الثالث لسبعة عشر خلية بلعومية...وهلم جراً. أليس مدهشاً أننا يمكننا في الحقيقة استعمال كلمات مثل (القريب الثاني الذي انتقل ذات مرة)، بأقصى دقة ويقين، للإشارة إلى خلايا مسماة ومتعرَّف عليها بصورة متكررة في جسم حيوان؟ الإجابة: أن عدد "أجيال" الخلية التي تفرق الأنسجة عن البييضة الأصل ليس كبيراً جداً. فرغم كل شيء، هناك ٥٥٨ خلية في الجسم (لليرقة)، ويمكنك نظرياً عمل ١٠٢٤ انقساماً خلوياً في عشرة أجيال. (أي ٢ ^١٠^). إن أعداد أجيال الخلية بالنسبة للخلايا البشرية سيكون أكبر بكثير. ومع ذلك يمكننا من الناحية النظرية عمل شجرة عائلة مشابهة لكل واحدة من خلاياك الحوالي التريليون (كمقابل للـ٥٥٨ خلية الخاصة بانثى يرقة *C. elegans*)، متعقبين تحدر كل واحدة عودةً إلى خلية البييضة الملقحة الواحدة. رغم ذلك، في الثدييات ليس من المستحيل التعرف على أسماء خلايا معينة مسماة على نحو متكرر. أما فينا_كبشر_ فإنها حالة للمجموعات السكانية الخلوية الإحصائية أكثر، والتي تختلف تفاصيلها في الناس المختلفين.

أتمنى ألا يكون استطرادي المتحمس عن براعة بحث الـ*Caenorhabditis* قد ألهانا بعيداً للغاية عن النقطة التي كنت أوضحها عن كيفية تغير أنواع الخلايا في شكلها وسماتها أثناء تفرعها أحدها عن الآخر في الشجرة العائلية الجنينية. عند نقطة التفرع بين مستعمرة

مقرر لها أن تصير خلايا بلعومية، ومستعمرة "قريبة" مقرر لها أن تصير خلايا عقدة عصبية حَلَقية، لابد من وجود شيء يميز بينهما، وإلا فكيف سيَعرفْنَ تشغيلَ جينات مختلفة؟ الإجابة هي أن عندما انقسم أحدث سلف مشترك للمستعمرتين، كان نصفا الخلية قبل الانقسام مختلفين. بالتالي، عندما انقسمت الخلية، كانت الخليتان البنتان_رغم تطابقهما في جيناتهما، فكل خلية ابنة تتلقى مجموعة تامة من الجينات_غير متماثلتين في المواد الكيميائية المحيطة. وهذا يعني أنه لم تُشغَّل نفس الجينات، مما يغير مصير متحدريهما. ينطبق نفس المبدأ تماماً خلال كل التنمي الجنيني، بما في ذلك بدايته نفسها. إن مفتاح عمل الاختلاف_في كل الحيوانات _ هو انقسام خلوي لا متناظر.[1]

تعقّب السير Sir John Sulston[2] وزملاؤه كلَّ واحدة من الخلايا في جسد الدودة عودةً إلى واحدة فقط من ست خلايا مؤسِّسة، ربما ندعوها حتى بالخلايا "الأموية"، تدعى AB وMS وE وD وC وP4 . في تسميتهم للخلايا، استعملوا رموزاً دقيقة تلخص تاريخ كل واحدة. اسم كل خلية يبدأ باسم واحدة من هؤلاء الخلايا الست المؤسِّسة، التي تُحدِّرت منها. ومن ذلك الوقت فما تلوه فإن اسمها هو سلسلة من الحروف، الحروف الأولى لاتجاه الانقسام الخلوي الذي يؤدي إلى نشأته: المقدمة والمؤخرة والظهري والبطني واليمين واليسار. كمثال، فإن Ca وCp هما خليتان بنتان للخلية الأموية C، البنت الأمامية فالخلفية على الترتيب. مع ملاحظة أن كل خلية ليس لها أكثر من خليتين ابنتين (واللتان قد يموت منهما واحدة). أنا أنظر الآن إلى خلية عضلية جسدية معينة، والتي اسمها Cappppv، والذي يكشف ببلاغة تاريخها: فإن C كان لها خلية بنت أمامية، والتي "أنجبت" خلية خلفية، والتي "أنجبت" خلية خلفية، والتي "أنجبت" خلية خلفية، والتي "أنجبت" خلية خلفية، ، والتي "أنجبت" خلية بنتاً بطنية الاتجاه، والتي هي الخلية العضلية الجسدية المشار إليها. كل خلية في الجسم يُشار إليها بسلسلة مشابهة من الحروف يتصدرها أحد الخلايا الست المؤسِّسة. لنتناول مثالاً آخر، ABprpapppap هي خلية عصبية تستقر في الحبل العصبي البطني الممتد على طول جسم الدودة. لا حاجة للقول، ليس من الضروري تناولها بالتفصيل. النقطة الرائعة هي أن كل خلية مفردة في جسم [*الدودة*] لها اسم كهذا، والذي يصف على نحوٍ كامل تاريخها أثناء التنمي الجنيني. كل واحدة من الانقسامات الخلوية العشر التي أدت إلى نشأة ABprpapppap، وكل خلية أخرى، كانت انقساماً خلوياً غير متناظر مع إمكانية تشغيل جينات مختلفة في كلٍّ من الخليتين البنتين. وفي كل الحيوانات ذلك هو المبدأ الذي عن طريقه تختلف الأنسجة، رغم أن كل خلايا الكائن الحي منهم تحتوي نفس الجينات خاصته. بالتأكيد، معظم الحيوانات لديها خلايا أكثر بكثير من الـ٥٥٨ الخاصة بـ*Caenorhabditis*، وتنميهم الجنيني في معظم الحالات محدَّد على نحو أقل

---

[1] في *Caenorhabditis*، فإن الخلية الأصل_وتُدعى Z _لها طرف أمامي مختلف عن طرفها الخلفي، وهذا الاختلاف سيُمثِّل محور الجسد النهائي الأمامي والخلفي، الأمام والخلف. عندما تنقسم الخلية، فإن الخلية الابنة الأمامية، والتي تدعى AB، لها مادة طرف أمامي أكثر من الخلية الابنة الخلفية، والتي تدعى P1، وهذا الاختلاف سيكون قاطرة لصنع اختلافات أكثر بعد. فـAB مقدر لها أن تسبب نشأة أكثر بكثير من نصف خلايا الجسد، بما في ذلك معظم الجهاز العصبي، ولن أناقش هذا أكثر. أما P1 فلها "طفلان"، مختلفان مرة ثانية أحدهما عن الآخر، يدعيان EMS (تحدد الجانب البطني أو جانب البطن للدودة النهائية) وP2 (تحدد الجانب الظهري). إنهما "حفيدا" الخلية Z. (تذكر أني عندما أستعمل تعابير مثل "الابن" أو "طفل" أو"أحفاد" فأنا أتحدث عن الخلايا ضمن الجنين المتنمي، وليس الديدان الأفراد). تنتجِ EMS "ابنين" يدعيان E وMS، بينما P2 لها "ابنان" يدعيان C وP3. إن E وMS وC وP3 هم "أبناء أحفاد" الخلية Z، أما "أبناء الأحفاد" الآخرون فهم متحدرون من AB، ولن أكتبهم هنا بالتفصيل، باستثناء القول أن اثنين منهم، ويدعيان ABal وABpl يعيِّنان الجانب الأيسر، و"قريباهما" ABar وAbpr يعينان الجانب الأيمن من الدودة النهائية. P3 لها "ابنان" يدعيان D وP4، اللذان هما "أحفاد أحفاد" Z. وMS وC أيضاً لهما "أولاد" لكن لن أذكرهم هنا. P4 مقدر له إنشاء ما يُسمَّى بالنسل الجرثومي الخلوي germ line. يتألف النسل [أو التحدر] الجرثومي من خلايا لا **تُتضمَّن** في بناء الجسد، بل بدلاً من هذا ستصنع الخلايا التناسلية. من الواضح أنه لا حاجة للتذكير أو قول ملاحظات عن أسماء هؤلاء الخلايا [البويضات تحديداً طالما الحديث عن يرقة أنثى أو الحيوانات المنوية للذكر_م]. إن جوهر الموضوع فقط هو أن_رغم تطابق الخلايا جينياً لبعضهن الآخر_ فإنهن يختلفن في طبيعتهن الكيميائية، كنتيجة تراكمية دافعة لتاريخهن في تسلسل الانقسامات الخلوية ضمن الجنين.

[2] كان Sulston_الذي بقي في كامبردج بعد رحيل Brenner إلى أمِركا_واحداً آخر من ثلاثة رواد فازوا بجائزة نوبل للعمل في بحث الـ*Caenorhabditis*. مضى Sulston قُدُماً ليقود الطرف البريطاني من مشروع الجينوم البشري الرسمي، أما الطرف الأمركي فرأسَه أولاً James Watson، ثم لاحقاً Francis Collins.

صلابةً. على نحو خاص_كما نبهني السير John Sulston بلطف منه، وكما قد أشرتُ من قبل باختصار_ففي كائن ثديي تكون "أشجار عائلات" خلايانا مختلفة بالنسبة لكل فرد، بينما في *Caenorhabditis* هي متطابقة تقريباً (عدا في الأفراد المطفَّرين). ومع ذلك، يظل المبدأ هو نفسه. ففي أي حيوان، تختلف الخلايا عن بعضها البعض في أجزاء الجسد المختلفة_رغم أنهن متطابقات جينياً_ بسبب تاريخهن الخاص الانقسام الخلوي اللاتناظري أثناء الفترة القصيرة للتنمي الجنيني.

لنستمع إلى خلاصة كل المسألة: ليس هناك خطة شاملة للتنمي الجنيني، لا طبعة زرقاء، لا خطة مهندس، لا مهندس. إن تنمي الجنين_وتنمي البالغ آخراً_يُحَقَّق بقواعد موضعية تطبقها الخلايا، متفاعلةً مع الخلايا الأخرى على أساس موضعيّ. ما يجري داخل الخلايا_على نحو مماثل_تحكمه قواعد محلية تنطبق على الجزيئات، خاصةً جزيئات البروتينات، داخل الخلية وفي أغشية الخلية، متفاعلةً مع جزيئات أخرى مماثلة. مجدداً، القواعد موضعية كلياً، موضعية، موضعية. لا أحد_بقراءته لتسلسل الحروف في الحمض النوويّ DNA لبييضة مخصَّبة_يمكنه التنبؤ بشكل الحيوان الذي سينمو إليه. السبيل الوحيد لاكتشاف ذلك هو نمو البييضة، بالطريقة الطبيعية، ورؤية ما تتحول إليه. لا كمبيوتر إلكتروني يمكنه تحديدَه، ما لم يكن مبرمَجاً لمحاكاة العملية البيولوجية الطبيعية نفسها، في تلك الحالة سيمكنك كذلك الاستغناء عن النسخة الإلكترونية واستعمال الجنين المتنمي كنسخة كمبيوترية خاصة به. هذا الأسلوب لتوليد البنيوات الكبيرة والمعقدة بتنفيذ قواعد موضعية على نحو محض مختلف بعمق عن أسلوب عمل الطبعة الزرقاء التخطيطية للأشياء. لو كان الـDNA نوعاً ما من طبعة زرقاء من خطوط، لكانت برمجة الكمبيوتر لقراءة الحروف ورسم الحيوان ممارسة تافهة نسبياً. لكن لم يكن سيكون سهلاً على الإطلاق بالفعل_وقد يكون مستحيلاً_بالنسبة للحيوان أن يتطور في المقام الأول.

والآن، حيث أن يجب ألا ينتهي هذا الفصل عن الأجنة كمجرد استطراد في كتاب عن التطور، يجب أن أعود إلى المعضلة الصادقة لسائلة البروفيسور Haldane. فمُسلِّمين بأن الجينات تتحكم بعمليات التنمي الجنيني عوضاً عن الشكل البالغ، ومسلِّمين بأن الانتخاب الطبيعي لا يبني_كالله [*حسب المعتقدات الدينية*]_أجنحة صغيرة، بل التنمي الجنيني هو الذي يفعل، فكيف يعمل إذن الانتخاب الطبيعي على الحيوانات ليشكِّل أجسادها وسلوكها؟ بعبارة أخرى: كيف يعمل الانتخاب الطبيعي على الأجنة ليعيد تنظيمهم وإعدادهم بحيث يصبحون دوماً بارعين في بناء الأجساد الناجحة، ذوات الجناحين، أو الزعانف، أو الأوراق، أو تصفيح بدرع، أو لواسع (إبر لسع) أو مجسات، أو أياً كان ما يتطلَّبه الأمر للبقاء حياً.

الانتخاب الطبيعي هو البقاء التبايني (المختلف) للجينات الناجحة عوضاً عن الجينات البديلة الأقل نجاحاً في الأحواض الجينية. لا يختار الانتخاب الطبيعي الجينات مباشرةً. عوضاً عن ذلك فإنه يختار وكلاءَها: أجسام الأفراد، ويُختار أولئك الأفراد_بوضوح وآلياً ودون أي تدخل مقصود_بما إذا كانوا سيبقون أحياء لتناسل نسخ من نفس الجينات. إن بقاء جين مُقيَّد على نحو ملازِم ببقاء الأجساد التي يساهِم في بنائها، لأنه محمول داخل تلك الأجسام، ويموت معها. إن أي جين يوجد في شكل نسخ من نفسه، محمولاً داخل عدد كبير من الأجسام، في المجموعة السكانية للمعاصرين في وقت متزامن بنجاح، بينما يفسح جيلٌ الطريق لآخر، من ثم، إحصائياً فإن جيناً يميل_ في المتوسط_أن يكون له تأثير جيد على الإمكانيات البقائية للأجساد التي يوجد فيها، سيميل إلى الزيادة في التكرار في الحوض الجيني. وبالتالي_في المتوسط_فإن الجينات التي نقابلها في الحوض الجيني ستميل لأن تكون تلك الجينات الجيدة في بناء الأجساد. لقد كان هذا الفصل عن الإجراآت التي بها تبني الجيناتُ الأجسامَ.

لقد وجَدَتْ مُحادِثة Haldane أنه غير مُصدَّق أن الانتخاب الطبيعي يمكنه تركيب وصفة جينية_خلال لنقل مثلاً مليار سنة_لبنائها [السيدة]. أما أنا فأجده جديراً بالتصديق، رغم أنه بالتأكيد لا أنا ولا أي أحد آخر يمكنه إخبارك بتفاصيل كيف حدث هذا. إن سبب أنه معقول هو بدقة أنه كله قد تم بقواعد موضعية. ففي كل عمل للانتخاب الطبيعي، فإن الطفرة التي اختيرَت كان لها_في الكثير من الخلايا وبالتالي الكثير من الأفراد_تأثير طفيف جداً على الشكل الذي يلتف إليه تسلسل بروتين تلقائياً. هذا_بدوره_من خلال الفعل التحفيزي_يُسرِّع_مثلاً_تفاعلاً كيميائياً معيَّناً في كل الخلايا التي يُشغَّل فيها الجين. هذا يغير_ربما فرضاً_معدل نمو النسيج الأولي الجنيني للفك. وهذا له تأثيرات ناتجة على شكل مجمل الوجه، ربما يُقصِّر الخطم ويعطي مُحيًّا أكثر بشرية وأقل شبه قردية. وأما بعد، فإن ضغوط الانتخاب الطبيعيّ التي تؤيد أو ترفض الجين يمكن أن تكون معقَّدة بقدر ما تتصور. فربما تتضمن الانتخاب الجنسي، ربما اختياراً جمالياً ذا درجة عالية من قِبَل الشركاء الجنسيين المُحتَمَلين مستقبلاً. أو ربما يكون للتغير في شكل الفك تأثير دقيق على قدرة الحيوانات على كسر الجوز والبندق، أو القدرة على معاركة المنافسين. إن بعض توفيقات الضغوط الانتخابية المتقنة إلى حد كبير _متصادمةً ومتساومة أحدها مع الآخر في تعقيد مربك_يمكن أن تكون ذات ثقل [وثيقة التأثير] على النجاح الإحصائي لهذا الجين المعيَّن، بينما ينشر نفسه خلال الحوض الجيني. لكن الجين لا يعرف شيئاً عن هذا. كل ما يتم_ضمن الأجساد المختلفة وفي الأجيال المتعاقبة_هو إعادة إعداد انبعاج منحوت بعناية في جزيء بروتين. باقي القصة تنتج آلياً، في سلاسل متفرعة من النتائج الموضعية، والتي ينشأ منها آخر الأمر جسمٌ كامل.

إن ما هو أكثر تعقيداً من الضغوط الانتخابية في بيئات الحيوانات الإحاثية (الإيكولوجية)، الجنسية والاجتماعية والطبيعية، هو شبكة المؤثرات دائمة تغير المشهد التي تُجرَى داخل وبين الخلايا المتنمية: تأثيرات الجينات على البروتينات، والجينات على الجينات، والبروتينات على تعبير الجينات، والبروتينات على البروتينات، والأغشية، ودرجات الميل الكيميائية، والحواجز الإرشادية الفيزيائية والكيميائية في الأجنة، والهرمونات ووسائط أخرى للفعل من بعيد، وخلايا مُعلَّمة تبحث عن أخرى ذوات علامات مماثلة أو متمِّمة. لا أحد يفهم كل الصورة، ولا أحد يحتاج إلى فهمها لكي يقبل المعقولية الفاتنة للانتخاب الطبيعي. يؤيد الانتخابُ الطبيعي البقاءَ في الحوض الجيني للطفرات الجينية المسؤولة عن صنع تغييرات حاسمة في الأجنة. تَظهر الصورة الكلية كنتيجة لمئات الآلاف من التفاعلات الصغيرة الموضعية، كل واحدة ممكن فهمها مبدئياً (رغم أن هذا قد يكون صعباً للغاية أو مضيعة للوقت للغاية في كشفها عملياً) لأي أحد ذي صبر كافٍ لاختبارها. إن المُجمَل ربما يكون مربكاً وغامضاً عملياً، لكن ليس هناك غموض من ناحية المبدأ، سواء في التنمي الجنيني نفسه، أو في التاريخ التطوري الذي من خلاله برزت الجينات المتحكمة في الحوض الجيني. تراكمت التعقيدات تدريجياً خلال الزمن التطوري: كل خطوة كانت مختلفة بدرجة ضئيلة عن السابقة، وكل خطوة أُنجِزَتْ بتغير صغير دقيق في قاعدة موضعية موجودة. عندما يكون لديك عدد كافٍ من أشياء موجودة متمايزة: خلايا، بروتينات، جزيئات، أغشية، تطيع كل واحدة في مستواها الخاص قواعد موضعية وتؤثر على الأخرى، من ثم ستكون النتيجة النهائية درامية. إن بقي جين أو فشل في البقاء كنتيجة لتأثيره على هذه الأشياء الموضعية وسلوكها، فسيَنتُج حتماً الانتخابُ الطبيعي للجينات الناجحة وظهور المنتجات الناجحة. لقد كانت سائلة Haldane مخطئةً. ليس صعباً من ناحية المبدأ صنع شيء مثلها.

و_كما قد قال Haldane _يستغرق الأمرُ تسعةَ أشهر فقط.

الفصل التاسع: "القارات السفن" [توزع الكائنات الحية الجغرافيّ]

تخيل عالماً بلا جزر

كثيراً ما يستعمل علماء الأحياء كلمة (جزيرة) لتعني شيئاً غير مجرد قطعة من اليابسة محاطة بالماء. فمن وجهة نظر سمكة مياه عذبة، فإن البحيرة هي جزيرة: جزيرة من الماء الصالح للسكنى محاطة باليابسة غير المرحبة. من وجهة نظر الخنفساء الألبية الغير قادرة على الازدهار تحت ارتفاع معيَّن، فإن كل قمة عالية هي جزيرة، مع وديان غير قابلة للاجتياز تقريباً بينها. إن هناك ديداناً خيطية ضئيلة (ذات قرابة إلى *Caenorhabditis elegans*) تعيش داخل أوراق الشجر (في حدود عشرة آلاف منها في ورقة احدة معدية بدرجة سيئة)، تغوص فيها من خلال المسام، والتي هي الحفر المجهرية التي تمتص من خلالها الأوراق ثاني أُكسيد الكربون وتُطلِق الأكسوجين. بالنسبة لدودة خيطية ساكنة للورق_مثل النوع *Aphelencoides*_فإن نبات قفاز الثعلب foxglove واحد هو جزيرة. بالنسبة لقملة، فإن رأس أو عانة إنسان ربما تكون جزيرة. لابد من وجود الكثير من الحيوانات والنباتات التي تعتبر واحةً في صحراءَ كجزيرةٍ من القابلية للسكنى الباردة الخضراء محاطة ببحر مُعادٍ من الرمال. و_بينما نعيد تعريف الكلمات من وجهة نظر الحيوان_فبما أن الأرخبيل هو سلسلة أو مجموعة من الجزر، فأفترض أن سمكة مياه عذبة قد تُعرِّف الأرخبيل كسلسلة أو مجموعة من البحيرات، كالبحيرات على طول وادي الصدع العظيم في أفريقيا. أما حيوان مرموط ألبيّ [*حيوان من القوارض عائش على جبال الألب*] فقد يُعرِّف سلسلة من قمم الجبال المفصولة بأودية على أنها أرخبيل. وربما تعتبر حشرة حافرة في ورق الشجر طريقاً من الأشجار كأرخبيل. أما ذبابة النبر [يرقانة النغف] فقد تعتبر قطيعاً من الماشية كأرخبيل متحرِّك.

بعدما أعدت تعريف كلمة (جزيرة) (وكما يُقال: السبت جُعِل لأجل الإنسان، لا الإنسان لأجل السبت.[1])، فلأعُد إلى افتتاحيتي: تخيل عالماً بلا جزر.

تخيل لو كانت كل اليابسة مجموعةً في قارة كبيرة واحدة في وسط بحر بلا أبعاد. ليس هناك جزر بعيداً عن الشاطئ، لا بحيرات ولا سلاسل جبال على اليابسة، لا شيء يكسر الامتداد الرتيب للانتظام الأملس. في هذا العالم يستطيع حيوانٌ الذهاب بسهولة من أي مكان إلى أي مكان آخر، مقيَّداً فقط بالمسافة المحضة، غير منزعج بحواجز قاسية. ذلك ليس عالماً مشجِّعاً للتطور. كانت الحياة على كوكب الأرض ستكون مملة إلى أبعد حد لو لم يكن هناك جزر[2]، وأريد أن أبدأ هذا الفصل بشرح السبب.

---

[1] انظر مرقس٢: ٢٧، يستعمل الأدباء الغربيون، ولا سيما الإنجليز منهم تشبيهات ومجازات من الأساطير والتراث المسيحي اليهودي واليوناني الروماني، ودوكنز ليس بِدعاً منهم_م.

[2] يقصد البروفيسور ريتشارد دوكنز طبعاً هنا الحواجز الجغرافية عموماً، وأحياناً سيستعمل كلمة جزيرة بمعناها المألوف وهذا يُفهم من السياقات_م

كيف تنشأ الأنواع الجديدة

كل نوع هو قريب لكل نوع آخر. أي نوعين قد تحدرا من نوع سلفيّ واحد، والذي انقسم إلى نوعين أو أكثر. كمثال، فإن السلف المشترك للبشر والببغاوات عاش منذ حوالي ٣١٠ ملايين سنة ماضية. لقد انقسم النوع السلفي إلى اثنين، ومضى خطا التحدر في طريقيهما المنفصلين لباقي الزمن. لقد اخترت البشر والببغاء كمثال لجعله واضحاً، لكن نفس ذلك النوع السلفي تتشاركه كل الثدييات على أحد جانبي ذلك الانقسام المبكر، وكل الزواحف على الجانب الآخر (بالحديث بأسلوب علم الحيوان، فإن الطيور هي زواحف، كما قد رأينا في الفصل السادس). في حالة الحدث غير المرجح حدوثه باكتشاف متحجرة في أي وقت لهذا النوع السلفي، فسنحتاج اسماً لنسمِها *Protamnio darwinii*. إننا لا نعلم أية تفاصيل عنها، التفاصيل لا تهم إطلاقاً لهذا البرهان، إلا أننا لن نكون مخطئين جداً لو تصورناه ككائن منبطح شبيه بالسحلية، منطلقاً هنا وهناك مصطاداً الحشرات. الآن، هنا جوهر الموضوع: عندما انقسم *Protamnio darwinii* إلى مجموعتين سكانيتين فرعيتين، فقد بديا مماثلين تماماً أحدهما إلى الآخر، وأمكنهما التهاجن أحدهما مع الآخر بلا مشكلة، إلا أن إحدى المجموعتين قُدِّر لها أن تسبِّب نشأةَ الثدييات، والمجموعة الأخرى قدر لها أن تسبب نشأة الطيور (والديناصورات والثعابين والتماسيح). لقد كانت هاتان المجموعتان الفرعيتان على وشك التباعد [الاختلاف] أحدهما عن الآخر، خلال زمن طويل جداً وبقدر كبير جداً. لكنهما لَمَا كانا استطاعا الاختلاف لو ظلا يتهاجنان أحدهما مع الآخر. كان الحوضان الجينيان سيفيضان على بعضهما البعض بالجينات باستمرار، لذا فإن أي نزعة للاختلاف كانت ستُجتَث من البرعم [*تُقتَل في مهدها_م*] قبل أن يمكنها المضي، مغرَقةً بالتدفق الجيني من المجموعة السكانية الأخرى.

ما الذي حدث حقاً عند هذا الانقسام الملحمي للسُبُل، لا أحد يعلم. فقد حدث منذ زمن ماضٍ طويل جداً، وليس لدينا فكرة عن مكانه. لكن النظرية التطورية الحديثة يمكنها بثقة إعادة بناء شيء كالتاريخ التالي: لقد صارت المجموعتان السكانيتان الفرعيتان لـ *Protamnio darwinii* بطريقة ما منفصلتين أحدهما عن الآخر، على الأغلب بحاجز جغرافي مثل شريط بحري يفصل الجزيرتين، أو يفصل جزيرة عن البر القاريّ. يمكن أنه كان سلسلة جبلية فصلت واديين، أو نهر فصل غابتين: أيْ "جزيرتان" بالمعنى العام الذي عرَّفتُه. كل ما يهم هو أن المجموعتين السكانيتين عُزِلَتا أحدهما عن الآخر لوقت طويل كفاية، بحيث عندما أعاد الزمن والفرصة جمعهما آخر الأمر، وُجِدا متباعدين كثيراً جداً لدرجة أنهما لم يمكنهما التزاوج من بعد. كم هو طول الزمن الكافي؟ حسناً، إن كانا مُعرضين لضغوط انتخابية قوية ومتضاربة، فيمكن أن يكون قليلاً بحدود بضع قرون، أو حتى أقل. كمثال، فقد تفتقد جزيرةٌ مفترساً شرهاً طاف بالبر القاريّ. أو ربما تتحول المجموعة السكانية الجزرية من أكل الحشرات إلى نظام غذائي نباتي، كسحالي جزيرتي البحر الأدرياتيكيّ في الفصل الخامس. مرة أخرى، لا يمكننا معرفة تفاصيل كيفية انقسام *Protamnio darwinii*، ولا نحتاج إلى ذلك. فالدليل من الحيوانات المعاصرة يعطينا كل الأسباب للاعتقاد أن شيئاً مثل القصة التي قلتها تواً هو ما حدث في الماضي، لكل واحد من الانفراجات [التشعبات] بين سلسلة نسب أي حيوان وأي حيوان آخر.

حتى لو كانت الظروف على كلا جانبي الحاجز الجغرافي متطابقة، فإن الحوضين الجينيين المفصولين جغرافياً لنفس النوع سوف ينجرفان آخر الأمر بعيداً عن بعضهما، إلى النقطة حيث لن يستطيعا من بعد التهاجن عندما ينتهي الانعزال الجغرافي. سوف تزداد

تدريجياً التغيرات العشوائية في الحوضين الجينيين، حتى النقطة حيث لو التقى ذكر وأنثى من الجـانبين، فـإن جينوميهمـا سيكونان مختلفين للغاية عن أن يمكن أن يتحدا لصنع نسـل خصـيب. سـواء بـالانجراف الـوراثي وحـده، أو مـع مسـاعدة الانتخـاب الطبيعـي المتباين، حالما يصل الحوضان الجينيان إلى النقطة حيث لا يحتاجان من بعد للعزل الجغـرافي للبقـاء معـزولين جينيـاً، فإننـا نـدعوهما نوعين مختلفين. في حالتنا الافتراضية، ربما تغيرت المجموعة السكانية على الجزيرة أكثر من المجموعة السـكانية علـى الـبر القـاريّ، بسبب افتقاد المفترسات والتحول إلى نظام غذائي أكثر نباتية. وبالتالي، ربما لاحظ عالم حيوان لـو وُجِـد في ذلـك الـزمن أن المجموعـة السكانية الجزرية قد أصبحت نوعاً جديداً ويعطيها اسماً جديداً، مثلاً *Protamnio saurops*، بينما قد يظل الاسم القـديم *Protamnio darwinii* مستعملاً للمجموعة السكانية على البر القاريّ. في سيناريوهنا الافتراضي، ربما كانت المجموعة السكانية الجزريـة هـي الـتي قُدِّر لها أن تـؤدي إلى نشـأة الزواحـف العظائيـة sauropsid (أي كـل شـيء نـدعوه اليـوم زواحـف بالإضـافة إلى الطيـور)، بينمـا أدت المجموعة السكانية على البر القاري آخر الأمر إلى نشأة الثدييات.

مرة أخرى، يجب أن أشدد على أن تفاصيل قصتي الصغيرة هي خيال محض. يمكن على نحوٍ مساوٍ تماماً أن المجموعة السكانية علـى الجزيرة هي التي أدت إلى نشأة الثدييات. "الجزيرة" يمكن أنها كانت واحة محاطة بصحراء، بدلاً من يابسة محاطة بالمـاء. وبالتأكيـد ليس لدينا أضعف فكرة عن أين على سطح كوكب الأرض حدث هذا الانقسام العظيم. في الحقيقة، لقـد كانـت خريطـة العـالم مختلفـة للغاية لدرجة أن السؤال بالكاد يعني أي شيء. ما هو ليس خيالاً هـو الـدرس الأساسـي: معظـم_إن لم يكـن كـل_ملايـين التشـعبات التطورية التي قد استعمرت كوكب الأرض بمثل هذا التنوع الغزير بدأت بالانفصال الصدفوي إلى مجموعتين سـكانيتين فـرعيتين لنـوع. أغلب الأحيان، رغم أنه ليس دائماً_على كلا جانبي حاجز جغرافي مثل بحر أو نهر أو سلسلة جبلية أو وادٍ صحراوي. يستعمل علمـاء الأحياء مصطلح (الانتواع) [*أو الاستنواع_م*] speciation للتعبير عن انقسام النوع إلى نوعين ابـنين. سـيخبرك أغلـب علمـاء الأحيـاء أن الانعزال الجغرافي هو المقدمة الطبيعية للانتواع، رغم أن بعضهم_خاصة علماء الحشرات_قد يتفقون على التحفظ بأن (الانتواع الحادث في نفس المكان) Sympatric speciation يمكن أن يكون مهماً أيضاً. يتطلب الانتواع متطابق المكان أيضاً نوعـاً مـا مـن الانفصـال البـدئي العَرَضي لدحرجة الكرة، لكنه شـيء آخـر غـير الانفصـال الجغـرافي. يمكـن أن يكـن تغـيراً محليـاً في المنـاخ المحلـي [لمنـاطق صـغيرة] microclimate[1]. لن أخوض في التفاصيل، لكن سأقول فقط أن الانتواع متطابق المكان يبدو هاماً علـى نحـو خـاص بالنسـبة للحشـرات. ومع ذلك، لغرض التبسيط، سأفترض في بقية هذا الفصل أن الانفصال البدئي الذي يسبق الانتواع هو جغرافي في المعتاد الطبيعـي. لعلـك تتذكر أني _في تناولي في الفصل الثاني لسلالات الكلاب المدجَّنة_قد شبَّهت تأثير القواعد المفروضة من قِبَل مربـي السـلالات الأصـيلة بخلق "جزر عملية".

ربما يتخيل المرءُ حقاً

كيف_إذن_وجدت مجموعتان سكانيتان أنفسهما على الجانبين المتقابلين من حاجز جغرافي؟ في بعض الأحيان يكون العـائق نفسـه هـو الشيء الطارئ. كأن يُسبِّب زلزالٌ وادياً سحيقاً غير قابل للعبور، أو يغيِّر مجرى نهر، ويجـد النـوع الـذي قـد كـان مجموعـة سـكانية واحدة متناسلة نفسَه مفصولاً إلى اثنتين. الأكثر اعتيادية، أن يكون العائق الجغرافيّ كان هناك دوماً منذ زمن طويل، والحيوانات نفسـها

[1] المناخ المحليّ: المناخ الخاص بمنطقة صغيرة_قاموس المورد_م.

هي التي عبرته، في حدث نادر غريب. ينبغي أن يكون نادراً، وإلا لما استحق أن يُسمّى عائقاً على الإطلاق. كمثال، قبل ٤ أكتوبر ١٩٩٥م، لم يكن هناك أفراد من نوع سحلية الإجوانا *Iguana Iguana* على جزيرة أنجويلا الكاريبية. وفي ذلك اليوم، ظهرت فجأة مجموعة سكانية من هذه السحالي الكبيرة على الجانب الشرقي من الجزيرة. للمصادفة السعيدة، فقد شوهدوا في الحقيقة عند وصولهم. لقد كانوا متشبثين بقطعة خشب طافٍ وأشجار مجتثة، بعضها أطول من ٣٠ قدماً [حوالي ٩١٤,٤ سم]، والتي انجرفت من جزيرة مجاورة، على الأرجح Guadeloupe على بعد ١٦٠ ميلاً [الميل يساوي حوالي ١,٦ كم]. في الشهر الذي قبله، كان قد عاث إعصاران_لويس في ٤ و٥ سبتمبر ومارلين بعده بأسبوعين_في المنطقة وأمكنهما اجتثاث الأشجار بسهولة، كاملةً مع الإجوانات، والتي تقضي على نحو اعتيادي وقتاً على الأشجار. لقد كانت المجموعة السكانية الجديدة على أنجويلا لا تزال ناجحة بقوة في عام ١٩٩٨، وقد أخبرنيDr Ellen Censky الذي قاد الدراسة الأصلية أنها تزدهر إلى هذا اليوم، على ما يبدو بدرجة أكبر من أنواع الإجوانا الأخرى التي عاشت على أنجويلا Anguilla قبل أن يصل الغزاة الجدد.

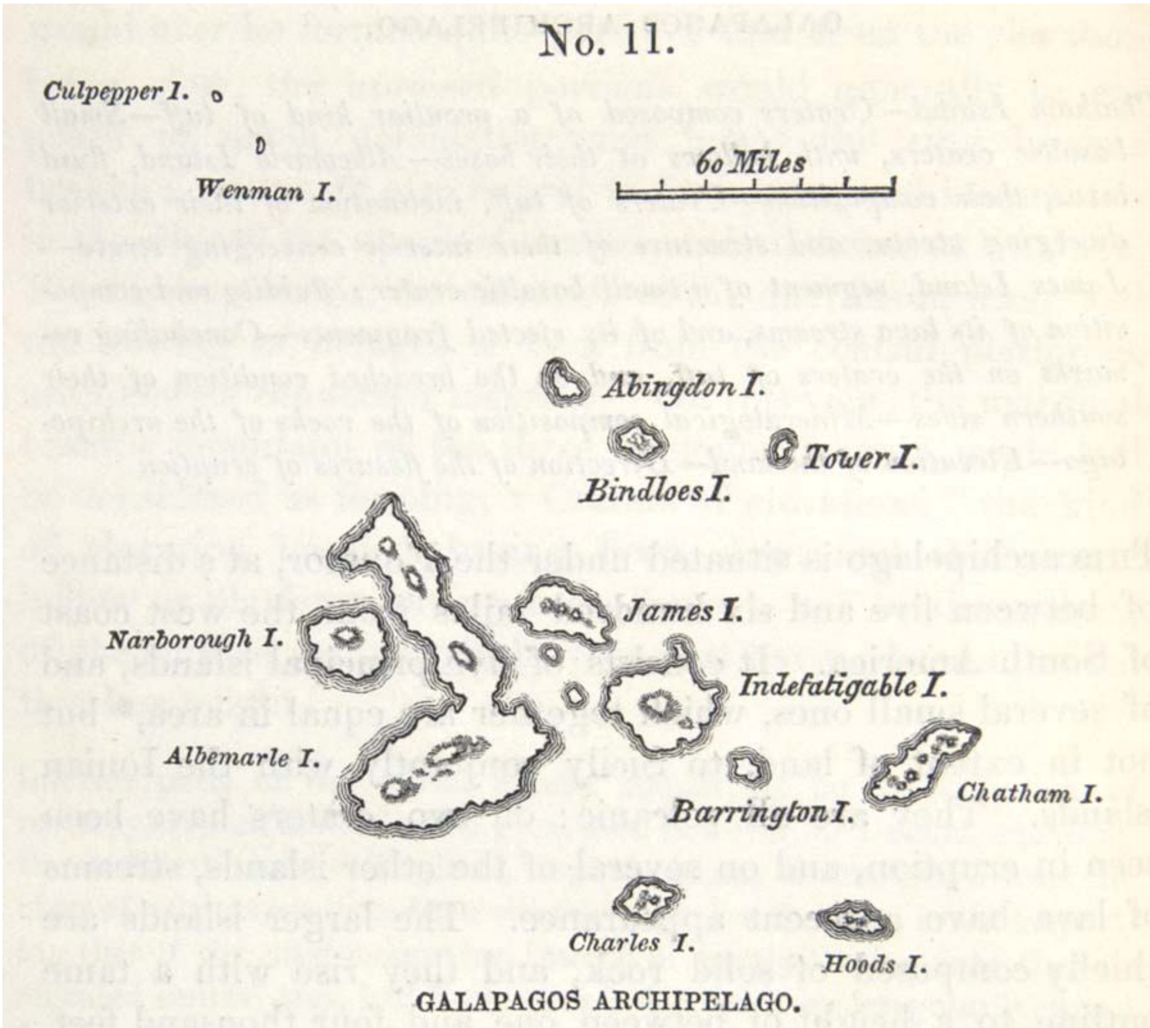
إن المسألة بشأن مثل هذه الحوادث الشاذة المتفرقة هو أنها لابد أن تكون شائعة على نحو كافٍ لأخذها بعين الاعتبار بالنسبة للانتواع. لكنها ليست شائعة كثيراً. فلو كانت شائعة للغاية، مثلاً لو كانت الإجوانات تنجرف من Guadeloupe إلى Anguilla كل سنة، لكانت المجموعة السكانية المنتوعة ابتدائياً على جزيرة أنجويلا ستُغرَق باستمرار بالتدفق الجيني الوارد، وبالتالي لما كانت سيمكنها التشعب عن المجموعة السكانية لجزيرة Guadeloupe. بالمناسبة أرجو منك ألا يضلّلك استعمالي لجمل مثل "لابد أن تكون شائعة على نحو كافٍ"، فيمكن أن يُساء فهمها لتعني أن خطوات من نوع ما قد اتُخِذَت للتأكد من أن الجزر على المسافة المناسبة تماماً عن بعضها لتسهيل الانتواع! بالتأكيد ذلك يضع العربة أمام الحصان. بالأحرى، فإنه أينما حدث وجود جزر (بالمعنى الواسع للجزر، كما هي العادة) متباعدةً على مسافة مناسبة لتسهيل الانتواع، فهنا سيحدث الانتواع. وستعتمد المسافة الملائمة على مدى سهولة السفر بالنسبة للحيوان المعنيّ. إن الـ١٦٠ ميلاً التي تفصل Guadeloupe عن Anguilla ستكون لعبة أطفال لأي طير طائر قويّ مثل طائر النوء [أو المازور] petrel . لكن قد يكون صعباً على نحو كافٍ حتى عبور بحر من مئات قلائل من الياردات[1] بالنسبة لمولِّدة نوع جديد من الضفادع أو الحشرات عديمة الأجنحة مثلاً.

يفصل أرخبيل[2] الجالاباجوس عن البر القاريّ لقارّة أمِركا الجنوبية حوالي ستمئة ميلٍ من المياه المفتوحة، أي تقريباً أربعة أضعاف المسافة التي أبحرتها هذه الإجوانات على طوافتها المُقتَلَعة. هذه الجزر جميعاً بركانية، حديثة بالمقاييس الجيولوجية. لا واحدة منها قد اتصلت قط بأي بر قاري (لأنها جزر محيطية نشأت عن انحسار الماء عن قمم جبال بركانية). لابد أن كل الحياة الحيوانية والبرية لهذه الجزر قد هاجرت إلى هناك، يُحتمَل من البر القاري لأمركا الجنوبية. رغم أن الطيور الصغيرة تستطيع الطيران، فإن ٦٠٠ ميلٍ كافية لجعل عبور طيور البرقش [أو الدُوري أو حسّون finches] حدثاً نادراً جداً. رغم ذلك، ليس نادراً للغاية بحيث لا يمكن حدوثه. ويوجد طيور برقش على الجالاباجوس، والتي يحتمل أن أسلافها في وقت ما من التاريخ ربما دفعتها عاصفة غريبة ما إلى هناك. أن هذه البراقيش كلها من نوع أمِركي جنوبي على نحو ممكن تمييزه، رغم أن الأنواع نفسها فريدة لجزر جالاباجوس. انظر إلى خريطة دارْوِن التي قد تبنيتها لأسباب عاطفية ولأنه استعمل الأسماء الإنجليزية ذات الرنين البحري على نحو رائع، بدلاً من الأسماء

---

[1] الياردة تساوي ٩١٤, من المتر، أي ٩١,٤٤ سم أو ثلاثة أقدام، والميل يساوي ١٧٦٠ ياردة أي حوالي ١,٦ كم_م.
[2] الأرخبيل: مجموعة جزر متجاورة نسبياً، وهي تعريب لكلمة archipelago الإنجليزية ذات الأصل اليوناني.

الإسبانية الحديثة. لاحِظ أن مقياس الـ٦٠ ميلاً هو حوالي عُشر المسافة التي سيحتاج حيوان أن يسافرها ليصل إلى الأرخبيل من البر القاري في المقام الأول. أما الجزر نفسها فتبعد عشرات الأميال فقط عن بعضها البعض، لكن مئات الأميال عن البر القاري. يالها من وصفة رائعة للانتواع. سيكون من نافلة القول أن نقول أن فرصة الانجراف أو الاندفاع بالريح عرَضياً عبر عائقِ بحرٍ إلى جزيرةٍ متناسبةٌ عكسياً مع عرض العائق. هناك بوضوح نوع ما من الارتباط العكسيّ بين المسافة واحتمالية العبور. إن الاختلاف بين متوسط المسافة بين الجزر من عشرات قلائل من الأميال، ومسافة الستمئة ميل إلى البر القاري، كبير للغاية بحيث ستتوقع أن الأرخبيل محطة توليد للانتواع. وإنه كذلك، كما أدرك دارْوِن متأخراً، رغم أن هذا بعد أن غادر الجزر، غيرَ عائدٍ إليها أبداً.



خريطة دارْوِن لجزر جالاباجوس بالأسماء الإنجليزية، نادراً ما تُستعمَل اليوم

هذا التفاوت بين عشرات الأميال كمسافة بين الجزر ضمن الأرخبيل، ومئات الأميال كمسافة من مجمل الأرخبيل عن البر الرئيسي، قادت علماءَ التطور إلى توقع أن الجزر المختلفة قد تؤوي أنواعاً مشابهة تقريباً لأحدها الآخر لكن مختلفة أكثر عن نظرائها على البر القاري. وذلك ما نجده بالفعل بالضبط. لقد عبَّر دارْوِن نفسه عن الأمر جيداً، مقترباً من اللغة التطورية دون نوالها[1]، حتى قبل أن يصوغ أفكاره على نحو ملائم. لقد وضعتُ النصوص الرئيسية الهامة بحروف مائلة، وسأكررها طوال هذا الفصل في سياقات مختلفة. كتب دارْوِن في كتاب رحلة البيجِل:

[1] في الأصل الإنجليزي tantalizingly أي على نحو تانتالوسيّ، نسبة لأسطورة الملك تانتالوس الإجريكية مضرب المثل في مقاربة الأمر دون نواله، لكن دارْوِن نال شرف اكتشاف المفتاح الأساسي للتطور ألا وهو الانتخاب الطبيعي، عبر سعيه العلمي المجتهد_م.

"رائياً هذا التدرج والتنوع للبنية في مجموعة واحدة صغيرة لصيقة القرابة من الطيور، ***فربما يتخيل المرء حقاً أن من قِلة أصلية من الطيور على هذا الأرخبيل، قد أُخِذَ نوعٌ واحد وعُدِّلَ إلى النتائج المختلفة***. بأسلوب مشابه ربما يُتَخيَّل أن طائراً_في الأصل صقر buzzard_قد حُثَّ هنا على تولي مهمة الـPolybori آكل الجِيَف الخاص بالقارة الأمِركية."

الجملة الأخيرة هي إشارة إلى صقر جالاباجوس، *Buteo galapagoensis*، وهو نوع آخر يوجد فقط على جزر جالاباجوس، لكنه يشابه إلى حد ما أنواعاً على البر القاري،خاصةً *Buteo swainsoni*، والذي يهاجر سنوياً بين أمِركا الجنوبية والشمالية، ويمكن تماماً أن يُدفَع بالريح عن مساره في حادثة أو اثنتين شاذتين. في الوقت الحاضر، ينبغي أن نشير إلى صقر جالاباجوس وطائر الغاق الغير طائر باعتبارهما (متوطنين) في الجزر، بمعنى أن هذا هو المكان الوحيد حيث توجد. استعمل دارْوِن نفسُه_الذي لم يكن اعتنق التطور على نحو تام بعد_العبارة الشائعة وقتئذٍ "عمليات خلق أصلية"، والتي تعني أن الله قد خلقهم هنا وليس في أي مكان آخر. لقد استعمل نفس العبارة للسلاحف العملاقة، والتي انتشرت آنذاك على كل الجزر، وأيضاً لنوعي الإجوانا، إجوانا جالاباجوس البرية وإجوانا جالاباجوس البحرية. إن الإجوانات البحرية كائنات جديرة بالملاحظة حقاً، مختلفة تماماً عن أي شيء يُرى في العالم، إنها تغوص حتى قاع البحر وتَرْعَى على الأعشاب البحرية، والتي تبدو أنها طعامها الوحيد. إنها سباحة ماهرة، رغم أنها_في رأي دارْوِن المصرَّح به_ ليست جميلة المنظر:

"إنه مخلوق بشع المنظر، ذو لون أسود وسخ [قاتم_م]، غبيّ وخامل في حركاته[1]*. إن الطول المألوف لواحد كامل النمو حوالي ياردة، لكن هناك البعض بطول حتى أربعة أقدام....ذيولها مسسطحة الجانبين، وكل الأربعة أقدام غشائية جزئياً...عندما تسبح هذه السحلية في الماء بيسر وسرعة تامة، بحركة ثعبانية لجسدها وذيلها المسطح، فإن الأرجل تكون ساكنةً ومنطوية لصيقاً على جانبيها."*

بما أن الإجوانات البحرية جيدة للغاية في السباحة، فربما يُفترَض أنها قامت_عوضاً عن الإجوانات البرية_بالعبور الطويل من البر الرئيسي وانتوعت بعد ذلك، في الأرخبيل، لتؤدي إلى نشأة الإجوانا البرية. رغم ذلك، فهذا ليس واقع الأمر على نحو يقينيّ تقريباً. إن إجوانا جالاباجوس البرية ليست مختلفة إلى حد كبير عن الإجوانات التي لا تزال تحيا على البر القاري، بينما الإجوانات البحرية فريدة في أرخبيل جالاباجوس. لم يُعثَر على أي سحلية بنفس العادات البحرية في أي مكان في العالم قط. إننا متأكدون في العصر الحاضر أن الإجوانا البرية هي التي وصلت أصلاً من البر القاري لأمركا الجنوبية، ربما محمولةً على خشب طافٍ مثل المعاصرة من Guadeloupe التي جُرِفَت إلى أنجويلا. ومن ثمَّ انتوعت على جالاباجوس لتؤدي إلى نشأة الإجوانا البحرية. ولقد كان الانعزال الجغرافيّ المتاح بالنمط المتباعِد للجزر بلا ريب تقريباً هو ما جعل الانفصال البدئي ممكناً بين الإجوانات البرية السلفية والإجوانات البحرية المنتوعة حديثاً. يُفترَض أن بعض الإجوانات البرية جُرِفَت عَرَضياً إلى جزيرة خالية من الإجوانات آنذاك، وتبنت هناك عادة بحرية، أحراراً من التلويث بتدفق الجينات في شكل الإجوانات البرية على الجزيرة الأصلية. لاحقاً أكثر، انتشروا إلى جزر أخرى، عائدين آخر الأمر إلى الجزيرة التي كان أسلافهم البريون قد انطلقوا منها في الأصل. الآن لم يعد باستطاعتهم التناسل معهم، وصارت عاداتهم البحرية الموروثة جينياً سالمة من التلوث بجينات الإجوانا البرية.

---

[1] من كتاب رحلة البيجل، كان علماء الطبيعة في العصر الفيكتوري مكرَّسين لأحكام تقييمية كهذه، كان لدى جِدَيَّ كتاب طيور به مقدمة عن طائر الغاق تبدأ بصراحة: لا شيء يقال عن هذا الطائر البائس.

في مثال بعد مثال، لاحظ دارْوِن نفس الشيء. حيوانات ونباتات كل جزيرة من جالاباجوس متوطِّنة إلى حد كبير في الأرخبيل، "عمليات خلق أصلية" كما كانوا يسمونها، لكنها أيضاً بالنسبة للجزء الأكبر فريدة_واحدةً واحدةً_من جزيرة إلى أخرى. لقد كان معجباً على نحو خاص بالنباتات في هذا الجانب:

"من هنا فإن لدينا حقيقة رائعة حقاً، أن في جزيرة جيمس [سانتياجو] من ٣٨ نباتاً جالاباجياً، والتي لا توجد في أي جزء آخر من العالم، فإن ٣٠ منها تقتصر على هذه الجزيرة الواحدة، وفي جزيرة ألبيمارل [إيزابيلا]، فإن من ٢٦ نباتاً جالاباجياً أرومياً، يقتصر ٢٢ على هذه الجزيرة الواحدة، أي أن أربعة فقط معروفة في الوقت الحاضر بأنها تنمو في جزر أخرى من الأرخبيل، وهلم جراً...مع النباتات من جزيرتي كاثام [سان كريستوبال San Cristobal] وتشارلز [فلورينا]."

ولاحظ نفس الشيء في توزع الطائر المُحاكي mockingbirds خلال الجزر:

"أُثير انتباهي أولاً تماماً، بمقارنة العينات العديدة معاً، التي اصطدتها أنا وأشخاص عديدون آخرون على المركب، من الطيور المغردة المحاكية، عندما_لدهشتي_اكتشفت أن كل اللاتي من جزيرة تشارلز تنتمي إلى نوع واحد (Mimus trifasciatus)، وكل اللاتي من جزيرة ألبيمارل إلى (Mimus parvulus)، وكل اللاتي من جزيرتي جيمس وكاثام (اللتين تقع بينهما جزيرتان أخريان كحلقتي وصل) تنتمي إلى (Mimus melanotis).

وهكذا هو الأمر، في جميع أنحاء العالم. إن الحياة النباتية والبرية لمنطقة معينة هي ما ينبغي أن نتوقعه تماماً، لو_اقتباساً من دارْوِن في حديثه على البراقيش التي تحمل اليوم اسمه_"أُخِذَ نوعٌ واحد وعُدِّل إلى النتائج المختلفة".

إن نائب حاكم جزر الجالاباجوس، السيد Mr Lawson، خلَّبَ لب دارْوِن بإعلامه:

"أن السلاحف تختلف من الجزر المختلفة، وأنه هو نفسه يمكنه يقينياً إخباره من أي جزيرة قد جُلِبَت. لم أُعْطِ لبعض الزمن انتباهاً كافياً لهذا التصريح، وقد كنت خلطت فعلياً جزئياً المجموعات من جزيرتين. لم أتخيل قط أن الجزر_التي تبعد عن بعضها خمسين أو ستين ميلاً، ومعظمها على مرأى من بعضها البعض، مكوَّنة من نفس الصخور بالضبط، موضوعة تحت مناخ متشابه تماماً، على ارتفاع متساوٍ تقريباً_ستكون مسكونة على نحوٍ متباين.

إن كل سلاحف جالاباجوس العملاقة مشابهة لنوع معين على البر القاري من السلاحف البرية، هو *Geochelone chilensis* [السلحف التشيليّ]، والذي هو أصغر من أيٍّ منهم. في وقت ما أثناء الملايين القلائل من السنوات التي تواجدت فيها الجزر، وقع أحد أو القليل من هذه السلاحف من البر القاريّ بغير قصد في البحر وطفا عبره. كيف استطاعوا البقاء أحياء خلال العبور الطويل والشاق؟ بالتأكيد، لم ينجُ معظمهم. لكن الأمر كان سيحتاج أنثى واحدة ملقَّحة لعمل الحيلة. والسلاحف معدة على نحو مدهش للبقاء حية في العبور.

إن صائدي الحيتان الأوائل أخذوا آلافاً من السلاحف العملاقة من جزر جالاباجوس بعيداً في سفنهم كطعام. حفاظاً على اللحم طازجاً، كانت السلاحف لا تُقتَل حتى يُحتاج لها، لكنها كانت لا تُطعَم ولا تُسقى فيما تنتظر أن تُذبَح. لقد كانت ببساطة تُقلَب على ظهورها، وأحياناً تُكَدَّس عدة طبقات فوق بعضها البعض، بحيث لا تستطيع المغادرة. إني أحكي هذه القصة ليس للترويع (مع أني ينبغي أن أقول أن مثل تلك الوحشية تُرَوِّعني حقاً)، بل للنظر إلى جوهر المسألة: تستطيع السلاحف البقاء حية لأسابيع بدون طعام أو ماء عذب، على نحو طويل كافٍ على نحو مرجَّح للعوم في مجرى همبولدت Humboldt Current من قارة أمِركا الجنوبية إلى أرخبيل جالاباجوس، والسلاحف البرية تعوم فعلاً.

بعد وصولهم وتكاثرهم على أول جزيرة جالاباجوس لهم، سيترك [بعض] السلاحف بسهولة نسبية الجزيرة_عَرَضياً مرة أخرى_قاطعةً المسافات الأقصر بكثير إلى باقي الأرخبيل بنفس الطريقة. وقد قامت بما تقوم به كثير من الحيوانات عندما تصل إلى جزيرة: تطورت لتصبح أكبر. هذه هي الظاهرة الملاحظة منذ زمن طويل للتعملق الجُزُري (على نحو مربك هناك ظاهرة معروفة جيداً بشكلٍ مساوٍ للتقزم الجزري[1]).

لو كانت السلاحف اتبعت نمط براقيش دارْوِن الشهيرة، فإنها ستتطور إلى أنواع مختلفة على كل واحدة من الجزر. ثم_بعد انجرافات عَرَضية لاحقة من جزيرة إلى أخرى_لن تكون قادرة على التزاوج مع بعضها (تذكر أن هذا هو تعريف النوع المنفصل) وستكون قد كانت حرة في تطوير طرق مختلفة للحياة غير ملوَّثة بالإغراق الجينيَ.

يمكنك القول أن عادات التزاوج والتفضيلات غير المتوافقة للأنواع المختلفة تشكل نوعاً من البديل الجيني للانعزال الجغرافي للجزر المنفصلة. فرغم أنهم تداخلوا جغرافياً بعد ذلك، فإنهم الآن معزولون على "جزر منفصلة" من الاقتصار التزاوجي. لذا يمكن التباعد أكثر بعد. لقد تباعدت في الأصل طيور البراقيش الأرضية الكبيرة والمتوسطة والصغيرة على جزر مختلفة، وتتواجد سوياً الآن الثلاثة أنواع على معظم جزر جالاباجوس، غيرَ متهاجنة مع بعضها أبداً وكل منها متخصصة في نوع مختلف من النظام الغذائي للبذور.

لقد فعلت السلاحف البرية شيئاً مماثلاً، مطوِّرةً أشكالاً متمايزة لأصدافها على الجزر المختلفة. إن الأنواع على الجزر الأكبر لها قبب عالية. واللاتي على الجزر الأصغر لها أصداف على شكل السرج مع نافذة عالية الشَفْر في المقدمة للرأس. يبدو أن السبب في هذا هو أن الجزر الكبيرة رطبة بدرجة كافية لتُنبت العشب، والسلاحف هناك مرتعية. أما الجزر الأصغر فهي في الأغلب جافة للغاية بالنسبة للعشب، وتلجأ السلاحف للتغذي على نباتات الصبار. تتيح الصدفة السرجية عالية الحافة للرقبة أن تصل ممتدةً إلى نباتات الصبار، والتي بدورها تصير أعلى في سباق تسلح تطوري ضد تغذي السلاحف عليها. (انظر صور أنواع سلاحف جالاباجوس في ملحق الصور)

[1] يبدو أن القاعدة هي أن على الجزر تصير الحيوانات كبيرة الحجم أصغر (كمثال، كان هناك أفيال قزمة بطول كلب كبير على جزر بحر متوسطية مثل صقلية وكريت) [ولنتذكر الفيلة الأقزام والبشريين أقارب الهوموإريكتوس وهم الهوموفلورنسيس على جزيرة فلورنس الإندونيسية كذلك_المترجم]، بينما تصير الحيوانات الصغيرة أكبر (كما في سلاحف جالاباجوس، وسحلية تنين كومودو). هناك عدة نظريات لتفسير هذا النزوع المتباين، لكن التفاصيل ستأخذنا بعيداً عن مجال موضوعنا.

تضيف قصة السلاحف البرية على نموذج طيور البرقش تعقيداً إضافياً، حيث أن البراكين بالنسبة للسلاحف جزر داخل الجزر. تمد البراكين بواحات عالية رطبة باردة خضراء، محاطة عند الارتفاع المنخفض بأرضيات حممية جافة، والتي بالنسبة لسلحف ضخم معتشب تشكل صحاري قاسية. كل واحدة من الجزر الأصغر لها بركان واحد كبير ونوعه الخاص المفرد (أو نوعه الفرعي) من السلاحف الضخمة (عدا تلك الجزر القلائل التي ليس بها براكين مطلقاً). تتضمن جزيرة إيزابيلا الكبيرة (ألبيمارل) سلسلة من خمس براكين كبيرة، وكل بركان له نوعه الخاص (أو نوعه الفرعي) من السلاحف. إن جزيرة إيزابيلا أرخبيل داخل أرخبيل حقاً: منظومة من الجزر داخل جزيرة. وإن تطور المعنى الجيني المجازي لمصطلح الجزر بالنسبة للأنواع_المؤسَّس على المعنى الجغرافي الأصلي_لم يُبرهَن عليه على نحو رائع أكثرَ مما فُعِل هنا في أرخبيل شباب دارْوِن المُسْعَد[1].

لا توجد "جزيرة" أكثر عزلة من جزيرة القديسة هيلانة St Helena، وهي بركان مفرد في المحيط الأطلسي الجنوبي على بعد حوالي ١٢٠٠ ميل من ساحل أفريقيا. إن به مئة نوع نبات متوطِّن (كان دارْوِن الحدَث سيدعوها "عمليات خلق أصلية"، أما دارْوِن الأكبر سناً فكان سيقول أنها تطورت هناك). ضمن هؤلاء توجد (أو كانت توجد، لأن البعض منها انقرض الآن) أشجار غابات تنتمي إلى أسرة زهور الأقحوان.

تشابه هذه الأشجار في السلوك الأشجار على البر القاري الأفريقي التي ليست وثيقة القرابة لها. فإن نباتات البر القاري التي هي قريبة لها هي أعشاب وشجيرات صغيرة. ما يجب أنه قد حدث هو أن بذوراً قليلة للأعشاب أو الشجيرات صادف أن عبرت ثغرة الأكثر من ألف ميل من أفريقيا، واستقرت على جزيرة القديسة هيلانة، و_بسبب أن كُوَّة[2] أشجار الغابات كان شاغراً_طورت جذوعاً أكبر وأكثر خشبيةً حتى أصبحت أشجاراً حقيقية. لقد تطورت أقحوانات شبيهة بالأشجار على نحو مستقل على أرخبيل جالاباجوس. نفس هذا النمط على الجزر في كل العالم.



أشجار الغابات على جزيرة سانت هيلانة

إن كلاً من البحيرات الأفريقية العظمى لها حياتها الحيوانية الفريدة الخاصة بها من الأسماك. تهيمن عليها المجموعة المسماة بالبلطيات أو المشطيات cichlids. إن أشكال الحياة الحيوانية للمشطيات الخاصة ببحيرة ڤيكتوريا وبحيرة Tanganyika وبحيرة Malawi متمايزة تماماً عن بعضها الآخر، كل واحد من عدة مئات من الأنواع القوية. لقد تطورت كما يُظهِر الدليلُ على نحو مستقل في الجزر الثلاث[3]، وما يجعلها جميعاً أكثرَ فتنةً أنها قد تشعبت على نفس الطيف من "المهن" أو الأدوار البيئية في الثلاثة جميعاً. ففي كل بحيرة يبدو كما لو أن نوعاً أو اثنين مؤسيين شقا طريقهما بطريقة ما إلى داخلها، ربما من الأنهار، في المقام الأول. وفي كل بحيرة

---

[1] هذه الفقرات عن السلاحف الضخمة منتزعة من مقال كتبته على مركب يدعى البيجل The Beagle (ليس الأصلي الحقيقي، الذي انتهى للأسف منذ زمن طويل) في أرخبيل جالاباجوس، ونُشِرَت في جريدة الجارديان The Gaurdian في ١٥ فبراير ٢٠٠٥م.

[2] دور بيئي أو وظيفة، والكوة هي الفراغ في الحائط في معناها الأصلي_م.

[3] يقصد الدكتُر ريتشارد دوكنز هنا طبعا جزر بالمعنى التطوري_م.

انتوعت وانتوعت مجدداً هذه الأنواع المؤسِّسة، لتعمُر البحيرةَ بمئات الأنواع التي نراها اليوم. فكيف حققت هذه الأنواع الناشئة_ضمن حدود بحيرة_الانعزال الجغرافي البدئي الذي مكنها من الانفصال؟

عند تعريفي للجزر، شرحت أن_من وجهة نظر سمكة_بحيرة محاطة باليابسة هي جزيرة. وعلى نحو أقل وضوحاً قليلاً، فحتى الجزيرة بالمعنى التقليدي كيابسة محاطة بالماء يمكن أن تكون "جزيرة" لسمكة، خاصةً سمكة تعيش فقط في الماء الضحل. تفكر في سمكة شعب مرجاني في البحر، والتي لا تغامر أبداً في الماء العميق. فمن وجهة نظرها، فإن الحافة الضحلة للجزيرة المرجانية هي "جزيرة"، والحاجز الشُعَبي العظيم Great Barrier Reef[1] هو أرخبيل. شيء مشابه يمكن أن يحدث حتى في بحيرة. فضمن بحيرة_خاصة واحدة كبيرة_فإن بروزاً صخرياً يمكن أن يكون "جزيرة" بالنسبة إلى سمكة تحصرها عاداتها في الماء الضحل. هذه هي بلا ريب تقريباً كيفية تحقيق بعض المشطيات على الأقل_في البحيرات الأفريقية العظمى_لانعزالها البدئي. معظم الأفراد كانوا مقتصرين على الماء الضحل حو الجزر، أو في الخلجان والجونات. هذا حقق عزلة جزئية عن بعضها الآخر كجيوب من الماء الضحل، متصلة باجتيازات عارضة للماء الأعمق بينها لتشكل مكافئاً مائياً "لأرخبيل" شبيه بجالاباجوس.

إن هناك أدلة جيدة (كمثال عينات لب الأرض الرسوبي) أن مستوى بحيرة Malawi[2] ارتفع وانخفض على نحو درامي خلال القرون، ووصل إلى مستوى منخفض في القرن الثامن عشر، أدنى بأكثر من مئة متر عن المستوى الحالي. الكثير من جزرها لم تكن جزراً على الإطلاق خلال ذلك الوقت، بل تلال على اليابسة المحاطة ببحيرة أصغر آنذاك. عندما ارتفع مستوى البحيرة_في القرنين التاسع عشر والعشرين_أصبحت التلال جزراً، وسلاسل التلال أصبحت أرخبيلات، وانطلقت بقوة عملية الانتواع بين المشطيات العائشة في الماء الضحل، المعروفة محلياً باسم Mbuna مبونا. تقريباً كل بروز صخري وجزيرة لها أشكال حياة حيوانية فريدة من المبونا، مع أنماط لونية وأنواع لانهائية. وحيث أن الكثير من هذه الجزر والبروزات كانت يابسةً جافةً خلال الـ٢٠٠–٣٠٠ سنة الأخيرة، فإن تأسيس أشكال الحياة الحيوانية فيها قد حدث خلال ذلك الزمن.

مثل هذا الانتواع السريع هو شيء أسماك المشطيات جيدة فيه للغاية. إن بحيرتي Malawi وTanganyika قديمان، لكن بحيرة Victoria ڤيكتوريا حديثة للغاية. لقد شُكِّل حوض البحيرة منذ حوالي أربعمئة ألف سنة فقط، ولقد جفت العديد من المرات منذ ذلك، أحدثها منذ حوالي ١٧ ألف سنة ماضية. يبدو أن هذا يعني أن حياتها الحيوانية المتوطنة المؤلفة من ٤٥٠ نوعاً أو نحو ذلك من أسماك المشطيات قد تطورت جميعاً خلال مقياس زمني من القرون، لا ملايين من السنوات والتي نربطها ذهنياً عادةً مع تباعد تطوري بهذا المقياس الكبير. إن مشطيات بحيرات أفريقيا تثير إعجابنا بقوة بما يمكن أن يفعله التطور في وقت قصير من الزمن. إنها مؤهلة تقريباً لتضمينها في فصل (تطور يحدث أمام أعيننا تماماً).

---

[1] الحيّد المرجاني العظيم يقع بالقرب من ولاية كوينزلاند بشمال أستراليا ويمتد لمسافة ٢٣٠٠ كيلومتر، اكتشفه جيمس كوك عام ١٧٧٠. وهو تشكيل ضخم من الشعاب المرجانية يعتبر أكبر حيّد طبيعي على وجه المعمورة، ويضم أكثر من ٣٥٠ نوعية من المرجان_م.

[2] كانت تدعى بحيرة Nyasa عندما قضيتُ في طفولتي أول إجازات المصيف واللهو بالدلو والمجراف على شواطئها الرملية.















إن الغابات والأدغال في أستراليا تهيمن عليها أشجار من جنس واحد، هو الإيوكالِبتُس *Eucalyptus* [*أشجار دائمة الخضرة*]، وهناك أكثر من سبعمئة نوع منها، مالئةً طيفاً واسعاً من الكوات [*الأدوار*] البيئية. مجدداً، فإن القول المأثور لداروِن عن طيور الحسون [*البراقش*] يمكن أن يُرشَّح: يمكن للمرء أن يتصور تقريباً أن نوعاً واحداً من الإيوكالِبتُس قد "أُخِذَ وعُدِّل للنتائج المختلفة". وعلى خط موازٍ، مثال أكثر شهرة بكثير هو أشكال الحياة الحيوانية للثدييات الأسترالية. ففي أستراليا يوجد_أو كان يوجد حتى الانقراضات الحديثة التي ربما تسبب بها وصول سكان أستراليا الأصليين_المكافئات البيئية للثعالب والقطط والأرانب والخلدان والزبابة والأسود والسناجب الطائرة وكثيرين آخرين. إلا أنها جِرابيات، مختلفة تماماً عن تلك الأصناف سالفة الذكر المألوفة لنا في باقي أنحاء العالم، وهي ما يُسمَّى بالثدييات المشيمية. إن المكافئات [*أو النظائر*] الأسترالية تحدرت كلها من بضعة أو حتى نوع سلفي جرابي واحد فقط، "أُخِذَ وعُدِّل للنتائج المختلفة". إن أشكال الحياة الحيوانية الرائعة للثدييات الجرابية قد أنتجت كائنات من الصعب العثور على مثيل لها خارج أستراليا. تشغل الأنواع العديدة للكنجارو [*الكنغر*] تقريباً أدواراً بيئية أشبه بالتي للظباء، أو كُوَّات بيئية أشبه بالتي للقرود والليمور في حالة كناغر الأشجار، إلا انها تتحرك بالوثب بدلاً من العدو. إنها تتراوح من الكنغر الأحمر الكبير (وبعض الأنواع المنقرضة الأكبر بكثير، تتضمن آكل لحوم مرعب قافز) إلى حيوانات الولب الصغيرة [*الكنيغرات* wallabies] وكناغر الأشجار. لقد كان هناك جرابيات عملاقة بحجم وحيد القرن تُدعى Diprotodonts، ذات قرابة إلى حيوانات الومبت wombats المعاصرة الضئيلة، لكن بطول ٣ ياردات، وارتفاع ٦ أقدام عند كتفيه، ووزن طنان). سأعود إلى الحديث عن جرابيات أستراليا في الفصل القادم.

إنه لمن السخيف جداً الإشارة إلى التالي، لكن أخشى أني أحتاج لهذا بسبب نسبة الأكثر من ٤٠٪ من تعداد السكان الأمِركيين الذين يقبلون الكتاب المقدس حرفياً، كما رثيت في الفصل الأول. تفكر ما ينبغي أن يبدو عليه شكل التوزع الجغرافي للحيوانات لو كانت كلها تفرقت من سفينة نوح. ألا ينبغي أن يكون هناك نوع ما من قانون تنوع الأنواع المتناقص كلما ابتعدنا عن المركز، ربما جبل أرارات؟ لا حاجة لي للقول أن ذلك ليس ما نراه.

لماذا ستكون قد هاجرت جماعياً كل تلك الجِرابيات_متفاوتةً من شبيه الفأر المُكيَّس مروراً بحيوانات الكوالا والـbilbys وحتى الكناغر العملاقة والـDiprotodonts العملاقة_من جبل أرارات إلى أستراليا، لكن ليس أي مشيميات على الإطلاق؟ وأي طريق قد سلكوا؟ ولماذا لم يتوقف عضو مفرد من قافلتهم الشاردة في الطريق ويستقر، ربما في الهند أو الصين أو مأوى ما على طول طريق الحرير الكبير؟ لماذا

احتشدت كل رتبة الدرداوات [Edentata *ثدييات عديمة الأسنان بطنية الخصى*_م] (كل العشرين نوعاً من المدرع، بما في ذلك المدرع العملاق المنقرض، وكل الستة أنواع من حيوان الكسلان، بما في ذلك الكسلانات العملاقة المنقرضة، وكل الأربعة أنواع من آكل النمل) يقيناً في قارة أمِركا الجنوبية، غير تاركة أي أثر خلفها، لا جِلد ولا شعر ولا صفحة مدرعة ولا متحجرة ولا ساكناً في مكانٍ ما على طول الطريق؟ ولماذا قد رافقتها كامل الرتبة الفرعية للقوارض الـcaviomorph، بما في ذلك قوارض خنازير غينيا والأغوتي agoutis والباكة pacas والمارا maras والكابيبارا capybaras [*قارض مائي قد يُترجَم إلى خنزير الماء وهو أكبر القوارض الحية* _م] والشنشيلّة chinchillas [*قارض شبيه بالسنجاب له فرو قيم*_م] والكثير من الأخرى، وهي مجموعة كبيرة من القوارض الجنوب أمركية على نحو مميز، لا توجد في أي مكان آخر؟ لماذا تتواجد كل تحت رتبة القرود، المسماة بالقرود فطساوات الأنف platyrrhine[1] في أمِركا الجنوبية وليس أي مكان آخر؟ ألم يكن ينبغي أن القليل منها على الأقل قد رافق بقية القرود، المسماة دقيقات الأنف Catarrhines في آسيا وأفريقيا؟ وألم ينبغي أن يتواجد نوع واحد على الأقل من دقيقات الأنف في العالم الجديد [*الأمِركتين*]، إلى جانب فطساوات الأنف؟ لماذا كانت ستقوم طيور البطريق بالتهادي في الطريق الطويل جنوباً إلى القطب الجنوبي، ولا واحد مفرد إلى القطب الشمالي القابل للسكنى على نحوٍ مساوٍ.

لقد وَجَد ليمورٌ سلفيّ_مجدداً من المحتمل جداً نوع واحد فقط_نفسه على جزيرة مدغشقر. اليوم يوجد ٣٧ نوعاً من الليمور (بالإضافة إلى بعض الأنواع المنقرضة). إنها تتفاوت في الحجم من الليمور الفأريّ القزم الأصغر من الهامستر hamster، إلى الليمور العملاق الأكبر من الجوريلا والمشابه للدب، والذي انقرض مؤخراً تماماً. وإنها جميعاً_كل واحد باقٍ منها_في مدغشقر، ولا يوجد ليمورات في أي مكان آخر في العالم، وليس هناك قرود في مدغشقر. فكيف يفكر منكرو التاريخ الـ٤٠٪ أن هذا الحال من الأمور قد حدث على كوكب الأرض؟ هل احتشد كل الـ٣٧ نوعاً وأكثر من الليمور في كتلة تحت معبر سفينة نوح وتشبثوا بها إلى مدغشقر، غيرَ تاركين شارداً واحداً على جانب الطريق، في أي مكانٍ في كل أنحاء أفريقيا بطولها وعرضها؟

مجدداً، أنا آسف لتناولي مطرقةً ثقيلة لأجل حبة جوز صغيرة وهشة للغاية، لكني أحتاج إلى هذا لأن أكثر من ٤٠٪ من الشعب الأمِركيّ يعتقد حرفياً بقصة سفينة نوح. ينبغي أن نكون قادرين على تجاهلهم والتقدم مع علمنا، لكننا لا نستطيع التحمل لأنهم يتحكمون في بعض مجالس المدارس، إنهم يعلمون أطفالهم من المنازل لحرمانهم من الوصول إلى مدرسي علوم حقيقيين، وهم يتضمنون الكثير من أعضاء الكونجرس الأمركي، وبعض حكام الولايات، وحتى مرشحين رئاسيين ونواب رئاسيين. إن لديهم المال والنفوذ لبناء معاهد وجامعات، وحتى متاحف حيث يركب الأطفال على نماذج ميكانيكية بالحجم الطبيعي للديناصورات، والتي يقال لهم عنها بجدية أنها تواجدت سوياً مع البشر. وكما أظهرت الإحصائيات الحالية، فإن بريطانيا ليست متأخرة جداً (أو ينبغي أن نكتب بدلها ليست "متقدمة جداً؟)، إلى جانب أجزاء من أورُبا ومعظم العالم الإسلامي.

[1] Catarrhines دقيقات الأنف، القرود والقرود العليا للعالم القديم (أفريقيا وآسيا) وكل البشر، تتميز بحاجز أنفي ضيق ودورة طمث ولا يكون لها ذيول قادرة على إمساك الأشياء أبداً. أما platyrrhines فطساوات الأنف فهي أعضاء أسرة الثدييات من الرتبة الفرعية platyrrhini أو قردة العالم الجديد التي تمتاز بحاجز أنفي عريض وعادةً لها ذيول تمسك بالأشياء ويرجح أنها انعزلت عن باقي الرئيسيات الأخرى منذ الحقبة الإيوسينية، ومنها المارموسِت marmosets والتامارين tamarins والقرد العاوي howler monkeys.

حتى لو تركنا قصة جبل أرارات [الطوفان_م] جانباً، حتى لو امتنعنا عن هجاء الآخذين لأسطورة سفينة نوح حرفياً، فإن مشاكل مماثلة تنطبق على أي نظرية عمليات خلق مستقلة للأنواع. فلماذا سيقرر خالق كلي القدرة أن يضع أنواعَه المُبدَعة بعناية على الجزر والقارات على النمط الملائم بالضبط للإيحاء_على نحو لا يُقاوَم_أنها قد تطورت وتفرقت من موقع تطورها؟ لماذا كان سيضع الليمورات في مدغشقر وليس أي مكان آخر؟ لماذا كان سيضع القرود فطساء الأنف platyrrhine في أمركا الجنوبية فقط، والقرود دقيقة الأنف catarrhine في أفريقيا وآسيا فقط؟ لماذا ليس هناك ثدييات في نيوزيلاند، عدا الخفافيش التي استطاعت الطيران إلى هناك؟ لماذا تتشابه الحيوانات عى نحو وثيق جداً على السلاسل الجزرية للتي على الجزر المجاورة، ولماذا تتشابه دائماً تقريباً_على نحو أقل قوةً لكن يظل غير قابل للَبس_مع التي على أقرب قارة أو جزيرة كبيرة؟ لماذا كان سيصنع الخالق ثدييات مشيمية فقط في أستراليا، مجدداً عدا الخفافيش التي أمكنها الطيران إلى هناك، والمشيميات التي استطاعت الوصول في الزوارق المصنوعة من قِبَل البشر؟ الحقيقة هي أننا لو تفحصنا كل قارة وجزيرة وجدول مائي ونهر وذروة جبل ووادٍ ألبيّ وصحراء وغابة، فإن السبيل الوحيد لإيجاد منطق لتوزع الحيوانات والنباتات، هو_مرة أخرى_اتباع بصيرة دارْوِن بصدد براقيش جالاباجوس: "ربما يتخيل المرء حقاً أن من قِلة أصلية من الطيور على هذا الأرخبيل، قد أُخِذَ نوعٌ واحد وعُدِّلَ إلى النتائج المختلفة"

لقد كان دارْوِن مفتوناً بالجزر، وذرع طولاً وعرضاً القليل الجيد منها أثناء رحلة البيجل. حتى أنه اكتشف الحقيقة المدهشة عن كيفية تَكَوُّن جزر من أحد الأنواع الرئيسية، والتي بنتها الحيوانات التي تدعى المرجان. توصل دارْوِن لاحقاً إلى إدراك الأهمية الحاسمة للجزر والأرخبيلات لنظريته، وقام بالعديد من التجارب للإجابة عن الأسئلة حول نظرية الانعزال الجغرافي كمقدمة للانتواع (لم يستعمل هذه الكلمة). كمثال، في عدد من التجارب أبقى بذوراً في ماء البحر لفترات طويلة، وبرهن أن بعضها يحتفظ بالقدرة على الإنبات حتى بعد الانغمار لوقت طويل بدرجة كافية للانجراف من القارات إلى الجزر المجاورة. من ناحية أخرى، وجد أن بيض الضفدعة يُقتَل فورياً بماء البحر، وقد أحسن استعمال هذا لشرح حقيقة لافتة بصدد التوزع الجغرافي للضفادع، [من كتاب (عن أصل الأنواع) الفصل ١٣]:

"فيما يتعلق بعدم التواجد الخاص برتب بأكملها على الجزر المحيطية، فإن قد Bory St. Vincent قد علَّق منذ زمن طويل على أن الحيوانات البرمائية (الضفادع والعلجومات [ضفادع الطين_م] وسمندلات الماء) لا يمكن العثور عليها إطلاقاً على أيٍّ من الجزر العديدة التي تمتلئ بها المحيطات العظمى. ولقد تشجمت الكثير من العناء في سبيل التأكد من هذا التصريح، وقد وجدت أنه صحيح باستثناء نيوزيلاند ونيوكاليدونيا وجزر الأندامان Andaman، وربما جزر سولومون [سليمان] وسيشل. ولكني قد سبق وعلَّقت من قبل بأنه من المشكوك فيه أنه يصح تصنيف نيوزيلاند ونيوكاليدونيا على أنهما جزيرتان محيطيتان[1]، وهذا الأمر ما زال موضعاً للشك أكثر فيما يتعلق بمجموعات جزر أندامان وسليمان وسيشل. وهذا الغياب العام للضفادع والعلجومات وسمندلات الماء من على مثل هذا العدد الكبير من الجزر المحيطية لا يمكن تفسيره عن طريق الظروف المادية الخاصة بها: فإنه يبدو من المؤكد بالفعل أن هذه الجزر مناسبة على وجه الخصوص لتلك الحيوانات، وذلك لأنه قد جُلِبَت الضفادع إلى جزر Madeira و Azores و Mauritius ، وقد تضاعفت إلى درجة أنها صارت شيئاً مزعجاً. ولكن بما أن هذه الحيوانات وأفراخها يتم قتلها على الفور _مع الاستثناء على حد المعروف لنوع

[1] في ترجمتي لـ(لماذا النشوء والتطور حقيقة) يشرح جيري إيه كوين الفرق بين الجزيرة المحيطية التي تبرز نتيجة انكشاف الماء عن جزء داخل المحيط، والجزر القارية التي انفصلت نتيجة تحرك الطبقات عن القارة التي كانت جزءً منها وبالتالي تحتوي على الحيوانات البرية التي على القارة كالثدييات والزواحف مثل الجزر البريطانية ومدغشقر، وهذا ما تفتقره في الغالب الأعم الجزر المحيطية فيغلب عليها تواجد النباتات والطيور والحشرات، وربما في حوادث نادرة تنتقل على أشجار بعض الزواحف مثل الإجوانا_م

هندي واحد_بواسطة ماء البحر، فإنه كانت ستكون هناك صعوبة كبيرة في انتقالها عبر البحر، ولذا يمكننا أن نرى سبب عدم وجودهم على الجزر التي تكون محيطية على نحو قاطع. لكن لماذا_وفقاً لنظرية الخلق_ينبغي ألا يكونوا قد خُلِقوا هناك، سيكون هذا عسيراً جداً على التعليل."

كان دارْوِن واعياً تماماً لأهمية التوزع الجغرافي للأنواع لنظريته الخاصة بالتطور. ولاحَظَ أن معظم الحقائق يمكن أن تُفسَّر لو افترضنا أن الحيوانات والنباتات قد تطورت. من هنا، ينبغي أن نتوقع_وهو ما نجده_أن الحيوانات المعاصرة تميل إلى أن تعيش على نفس القارة كالمتحجرات التي يمكن أن تكون على نحو معقول أسلافها، أو قريبة إلى أسلافها. ينبغي أن نتوقع_وهو ما نجده_أن الحيوانات تتشارك نفس القارات مع الأنواع التي تشابهها. هنا ما كتبه دارْوِن عن الموضوع، معطياً اهتماماً خاصاً لحيوانات أمِركا الجنوبية التي عرفها جدياً للغاية [من كتاب (عن أصل الأنواع) الفصل ١٢]:

"وبالرغم من ذلك فإن علماء التاريخ الطبيعي، في أثناء ترحالهم، على سبيل المثال، من الشمال إلى الجنوب، لا يتوقفون على الإطلاق عن الذهول من الطريقة التي لم يتم بها استبدال المواقع بين المجموعات المتعاقبة من الكائنات الحية، وخاصة المتباينة بالرغم من كونها مرتبطة مع بعضها على نحو وثيق. والذي يستمع إلى أصناف الطيور المشابهة من بعضها على نحو وثيق، رغم أنها أنواع متمايزة من الطيور، يلاحظ أنها متشابهة تقريباً، ويرى أن أعشاشها مبنية على نحو مشابه، لكن ليس متماثلاً تماماً، مع بيض ملون بنفس الأسلوب تقريباً. وإن السهول القريبة من مضايق ماجلان مأهولة بنوع واحد من طيور الرية Rhea "النعام الأمِركي"، وإلى الشمال فإن سهول La Pata مأهولة بواسطة نوع آخر من نفس الجنس، وليس بالنعام الحقيقي أو الإيمو emu، كالتي تسكن أفريقيا وأستراليا على نفس خط العرض. وعلى نفس هذه السهول الخاصة بـ لاباتا فنحن نرى الأغوطي والبزقاشا bizcacha، وهي حيوانات لديها تقريباً نفس السلوكيات الخاصة بأرانبنا الوحشية والداجنة وتنتمي إلى نفس رتبة القوارض، لكنها تبدي بوضوح نمط بنية جنوب أمركية بوضوح. وعندما نرتفع إلى القمم الشاهقة للسلسلة الجبلية Cordillera نجد أنواعاً جبلية من البزقاشا، وعندما ننظر إلى المياه فإننا لا نعثر على حيوانات القندس أو فأر المسك، ولكننا نجد الكيب Coypu والكابيبارا [خنزير الماء]، وهي حيوانات قارضة خاصة بالنمط الجنوب أمركي."

هذا منطق بديهي على نحو رئيسي، وكان دارْوِن قادراً على تفسير سلسلة كبيرة من الملاحظات بواسطته. إلا أن هناك حقائق معينة بشأن التوزع الجغرافي للحيوانات والنباتات، وتوزع الصخور، تحتاج إلى نوع مختلف من التفسير، والتي تختلف تماماً عن المنطق البديهي، والتي كانت ستدهِش وتفتن دارْوِن، لو عرف عنها فقط.

هل تحركت الأرض؟

اعتقد كل امرئ في زمن دارْوِن أن خريطة العالم كانت ثابتة تقريباً. بعض معاصري دارْوِن قبلوا إمكانية وجود جسور برية كبيرة، أصبحت مغمورة الآن، لتفسير_مثلاً_التشابهات بين الحياة النباتية لأمركا الجنوبية وأفريقيا. لم يكن دارْوِن نفسه مغرماً إلى حد كبير

بفكرة الجسر البري، لكنه كان سيكون مبتهجاً بالأدلة الحديثة على أن كل القارات على وجه الأرض قد تحركت. هذا يقدم إلى حد بعيد أفضل تفسير لحقائق معينة أساسية عن انتشار الحيوانات والنباتات، خاصة المتحجرات منها. كمثال، هناك تشابهات بين متحجرات أمركا الجنوبية وأفريقيا والقارة القطبية الجنوبية ومدغشقر والهند وأستراليا، والتي نفسرها في الوقت الحاضر بسبب ما كان يوماً القارة الجنوبية الكبيرة جُندوانا Gondwana، التي جمعت كل هذه الأراضي الحديثة. مرة أخرى، فإن مُحقِّقنا متأخر المجيء مُجبَر على استنتاج أن التطور حقيقة.

إن نظرية (الانجراف القاريّ)_كما اعتيد أن تُسمّى_ناصرها أول مرة عالم المناخ الألماني Alfred Wegener (١٨٨٠–١٩٣٠). لم يكن Wegener أول من نظر إلى خريطة العالم ولاحظ أن شكل القارة أو الجزيرة غالباً ما يلائم شريط الساحل المقابل كما لو كانت كتلتا اليابسة قطعتين من لعبة أحجية التركيب، حتى عندما يكون الشريط الساحلي بعيداً. أنا لا أتكلم عن أمثلة محلية صغيرة. كالتعيشق الدقيق لجُزَيْرة Wight مع الساحل الخنازيري Hampshire، كما لو كان خليج Solent ليس هناك. إن ما لاحظه Wegener وسابقوه أن شيئاً على نفس النمط يبدو صحيحاً بالنسبة لكل الجوانب المتقابلة لقارتي أفريقيا وأمِركا. يبدو الساحل البرازيلي كما لو كان قطع خياط ليتلاءم مع بروز أفريقيا الغربية، بينما الأجزاء الشمالية من أفريقيا متلائمة بدقة مع الساحل الأمركي الشمالي من فلورِدا إلى كندا. ليس فقط الأشكال تتوافق حقاً، فقد أشار Wegener إلى تكوينات جيولوجية متطابقة على طول الجانب الشرقي لأمركا الجنوبية وأجزاء مطابقة للجانب الغربي من أفريقيا. وعلى نحو أقل وضوحاً بدرجة ضئيلة، فإن الساحل الغربي لمدغشقر يشكل تلاؤماً جيداً تماماً مع الساحل الشرقي لأفريقيا (ليس مقطع الساحل الجنوب إفريقي المقابل له اليوم، بل ساحل تنزانيا وكينيا إلى الشمال أكثر)، بينما خط الجانب الشرقي الطويل المستقيم لمدغشقر مشابه للحافة المستقيمة لغربي الهند. أشار Wegener إلى أن المتحجرات القديمة التي يُعثَر عليها في أفريقيا وأمركا الجنوبية أكثر شبهاً مما كنت ستتوقع لو كانت خريطة العالم قد كانت دائماً على ما هي عليه اليوم. كيف يمكن هذا، مع تسليمنا بعرض المحيط الأطلسي الجنوبي؟ أين كانت القارتان ذات مرة أكثر قرباً، أو حتى متصلتين؟ كانت الفكرة رائعة صعبة الإثبات، لكن سابقة لعصرها. أشار Wegener أيضاً إلى تطابقات بين متحجرات مدغشقر والهند. وهناك صلات مماثلة صحيحة بين متحجرات شماليّ أمركا الجنوبية وأورُبا.

قادت مثل هذه الملاحظات Wegener إلى اقتراح نظريته الهرطقية بجرأة عن الانجراف القاري[1]. اقترح أن كل قارات العالم الكبيرة قد كانت ذات مرة متحدات في قارة ضخمة عملاقة، التي سماها Pangaea قارة بانجيا. اقترح أن خلال فسحة هائلة من الزمن الجيولوجي، تمزقت بانجيا تدريجياً لتُشكِّل القارات التي نعرفها اليوم، التي انجرفت [انزاحت] بعد ذلك ببطء إلى مواقعها الحالية ولم تتوقف عن الانجراف بعد.

يكاد المرء يمكنه تقريباً سماع تعجب معاصري Wegener وجنر المتشككين، باستعمال لغة الشارع: ماذا كان يدخن؟. إلا أننا نعلم اليوم أنه كان على حق. أو تقريباً على حق. فعلى قدر ما كان Wegener بعيد النظر ومبدعاً، فيجب أن أوضح أن فرضيته عن الانجراف القاري كانت مختلفة على نحو ملحوظ عن نظريتنا الحديثة عن تحركات الطبقات الجيولوجية. لقد حسِبَ Wegener أن القارات انجرفت عبر المحيطات كسفن عملاقة، ليس طافية على الماء بالضبط مثل رواية جزيرة Dr Dolittle الصناعية المجوفة، بل طافية على

[1] قد تترجم إلى العربية كذلك (تحرك القارات)_م.

الغلاف شبه السائل للكوكب. على نحو معقول كفايةً، أقام العلماء الآخرون قلاعاً من التشكك. فأي قوى جبارة أمكنها دفع جسم بحجم أمركا الجنوبية أو أفريقيا لآلاف الأميال؟ سأشرح كيف تختلف النظرية الحديثة لتحركات الطبقات عن نظرية Wegener قبل أن آتي إلى الحديث عن أدلتها المؤيِّدة.



رسم هزلي قديم مستوحى من نظرية الانجراف القاري لـWegener وجنر، مع عنوان (انفصال أمركا الجنوبية)[1]

في نظرية تحركات الطبقات الأرضية فإن كل سطح الأرض_بما في ذلك قيعان المحيطات العديدة_يتألف من سلسلة من الطبقات [الصفائح] الصخرية المتداخلة كبدلة الدرع. إن القارات التي نراها هي تثخنات من الصفائح التي ترتفع فوق مستوى البحر. إن الجزء الأعظم من مساحة كل صفحة يوجد تحت البحر. بخلاف القارات في نظرية وِجنَر، فإن الصفائح لا تبحر عبر البحر، ولا تنجرف عبر سطح الأرض، إنها هي سطح الأرض. لا تعتقد_ك وجنر_أن القارات نفسها قد نُشِرت كلعبة أحجية التركيب أو دُفِعت بعيداً عن بعضها البعض، ليس الأمر كذلك. فكر بدلاً من ذلك في صفحة تُجْعَل باستمرار ذات حافة متنامية، في عملية جديرة بالملاحظة تُدعى تمدد قاع البحر، والتي سأشرحها بعد لحظة. عند الحواف الأخرى، قد تكون الصفيحة مسحوبة باستمرار تحت صفيحة مجاورة. أو قد تنزلق الصفائح المتجاورة إلى جوار بعضها البعض. تعرض الصورة في الصفحة الملونة ١٢ جزءً من التكسر الصخري أو صدع سان أندرياس San Andreas Fault في كاليفورنيا، والذي هو حيث تتصدع حافتا صفيحة المحيط الهادئ وصفيحة أمِركا الشمالية متوازيتين أحدهما إلى الأخرى. إن التوفيق بين تمدد قاع البحر والانسحاب يعني أن ليس هناك فراغات بين الصفائح. إن كل سطح الكوكب مغطى بالصفائح، كل واحدة تختفي بالانسحاب [الانضغاط] تحت صفيحة مجاورة على أحد جانبيها، أو تنزلق موازيةً لصفيحة أخرى، بينما تكبُر من منطقة تمدد قاع البحر في كل مكان آخر.

إنه لمدهشٌ التفكر في أن وادي الصدع العظيم بأفريقيا يجب أنه انسل ذات مرة في طريقه تحت قارة جُندوانا بين ما سيكون أفريقيا وما سيكون أمركا الجنوبية. لا ريب أنه كان أولاً مزداناً بالبحيرات مثل وادي الصدع العظيم الحالي في أفريقيا الشرقية. لاحقاً، امتلأ بمياه البحر بينما كانت أمركا الجنوبية تنفصل بعيداً مع انفصال صفائحيّ ممزِّق. تخيل المشهد الذي قابله ديناصور من Cortez[2] بينما حدق في المضايق الطويلة الضيقة عند الانفصال البطيء لـ(جُندوانا الغربية). لقد كان وِجنَر محقاً في أن التكامل الأحجوي التركيبي لأشكالها

[1] من يدري ربما يكون من المرجح حدوث ذلك في المستقبل البعيد_م.
[2] اسم لموضعين في كل من فلورِدا وكلورادوا بأمركا؟_م

ليس صدفة. لكنه كان مخطئاً في التفكير في القارات كطوافات عملاقة، منجرفة في طريقها عبر الفراغات المملوءة بالماء بينها. فإن أمركا الجنوبية وأفريقيا، وطبقاتهما الصخرية المسطحة القارية، ليستا سوى مناطق متخَّنة [مغلَّظة] من صفيحتين، تقبع معظم سطوحيهما الصخرية تحت البحر. تتألف الصفائح من الطبقة الخارجية الصلبة للقشرة الأرضية lithosphere (والتي تعني بالإغريقية حرفياً مجال الصخر) والتي تطفو فوق الطبقة التي تحت القشرة الأرضية الحارة شبه المنصهرة asthenosphere (بالإغريقية مجال أو منطقة الضعف). إن الطبقة التحتية ضعيفة بمعنى أنها ليست صلبة هشة مثل الصفائح الأرضية للقشرة الأرضية lithosphere بل تسلك إلى حد ما مثل سائل: لينة، مثل المعجون أو حلوى التوفي الدبقة، إن لم يكن بالضرورة منصهرة. بصورة مشوِّشة قليلاً، فهذا التمييز بين منطقتين متحدتي المركز لا يتوافق تماماً مع التمييز المألوف أكثر (القائم على التركيب الكيميائي بدلاً من الصلابة الفيزيائية، أي بين القشرة والغلاف الأرضيين).

تتألف معظم الصفائح من نوعين متمايزين من صخور القشرة الأرضية. إن قيعان المحيطات العميقة مغطاة بطبقة مطردة [متماثلة] حقاً من صخور بركانية كثيفة جداً، بسُمك حوالي عشرة كيلومترات. تعتلي هذه الطبقةَ البركانية طبقةٌ سطحية من الصخر والطين الرسوبيين. للإعادة: فإن القارة هي مساحة من الصفيحة مرئية فوق مستوى سطح البحر، مرتفعةً إلى هذا الارتفاع حيث تكون الصفيحة مُغلَّظة بطبقات إضافية من صخر أقل كثافة. الأجزاء الموجودة تحت البحر للصفائح تُغيِّر باستمرار عند حوافها، مثلاً الحافة الشرقية في حالة صفيحة أمركا الجنوبية، والحافة الغربية في حالة صفيحة أفريقيا. تشكل هاتان الصفيحتان النتوء أو الجبل وسط الأطلسي، والذي ينسل في طريقه تحت وسط المحيط الأطلسي من أيسلاند (والتي هي في الحقيقة الجزء الكبير الوحيد من البروز الذي يصل إلى السطح) إلى الجنوب الأقصى.

تُدحرِج نتاوئُ تحت بحرية مشابهة الصفائحَ الأخرى في أنحاء أخرى من العالم (انظر الصفحات الملونة ١٨–١٩). تعمل هذه النتاوئ تحت البحرية مثل نوافير ممتدة (على المقياس الزمني الجيولوجي البطيء)، متدفقةً بالصخور المنصهرة في العملية التي قد أشرتُ إليها من قبل المسماة بتمدد سطح البحر. يبدو كأن بروز قاع البحر المتد في وسط الأطلسي يدفع الصفيحة الأفريقية شرقاً والصفيحة الأمركية الجنوبية غرباً. لقد اقتُرِح تصور زوج من المكتب ذي الغطاء اللفاف[1] يمتدان في اتجاهين مختلفين، وهو يوصل الفكرة، شريطةَ أن نتذكر أن ذلك جميعه يحدث على مقياس زمني بطيء للغاية عن رؤية البشر له. في الحقيقة، فإن السرعة التي تمزقت بها قارتا أمركا الجنوبية وأفريقيا عن بعضهما قد شُبِهَت على نحو مستحق للتذكر_جداً حتى أنه صار قولاً مبتذلاً_بالسرعة التي تنمو بها أظافر الأصابع. إن حقيقة كونهما يبعدان الآن آلاف الأميال عن بعضهما هي شهادة إضافية على عمر كوكب الأرض الهائل وغير الكتابي، مشابه للدليل من النشاط الإشعاعي للنظائر المشعة الذي قابلناه في الفصل الرابع.

لقد استعلمت عبارة (يبدو كأن بروز قاع البحر...يدفع) للتو، ويجب أن أعجل بتعديل الموقف. فإنه من المغري تصور هذين "المكتبين لفافي الغطاء" المدفاقين على أنهما يدفعان صفيحتي القارتين الخاصتين بكل منهما إلى الأمام من الخلف. هذا غير واقعي، إن المقياس كله خطأ. إن الصفائح البنيوية ضخمة جداً عن أن تُدفَع من الخلف بالقوى البركانية المتدفقة على طول بروز تحت وسط المحيط. هذا

[1] rolltop desk منضدة كتابة ذات غطاء لفاف مؤلف من أضلاع خشبية متوازية_م.

كأن يحاول دعموص[1] سابح دفعَ سفينة ناقلة ضخمة. لكن الآن، هاكم صميم الموضوع الأساسي: إن الطبقة اللبية (أو تحت القشرية asthenosphere) بصفتها شبه سائلة، لها تدفقات حِمْل-حرارية[2] تمتد عبر كل سطحها، تحت كل المساحة الخاصة بالصفائح. في أي منطقة واحدة، فإن الطبقة اللبية تتحرك ببطء في اتجاه ثابت، ثم تدور عائدة في الاتجاه المعاكس تحت طبقاتها الأعمق. كمثال، تتحرك الطبقة العليا للطبقة اللبية تحت الصفيحة الأمركية الجنوبية على نحولا يوقَف غرباً. وبينما من غير المتصور أن "مكتباً لفاف الغطاء" يمكن أن يكون له القدرة على دفع كل الصفيحة الأمركية الجنوبية أمامه، فإنه ليس غير متصور على الإطلاق أن التدفق الحمل-حراري يتحرك ببطء في طريق بثبات في اتجاه ثابت تحت كل السطح الأدنى لصفيحة يمكنه أن يحمل حمولته القارية "الطافية" معه. نحن لا نتحدث عن الدعاميص الآن. إن ناقلة ضخمة في مضيق Humboldt Current مع محركاتها متوقفة، سوف تمضي بالفعل مع التيار.

تلك_باختصار_النظرية الحديثة لتحركات الصفائح الأرضية. يجب أن أتحول الآن إلى الأدلة على أنها حقيقة. في الحقيقة، كالمعتاد مع الحقائق العلمية المُبرهَنة، هناك الكثير من الأنواع المختلفة من الأدلة، لكني سأتكلم فقط عن أكثرها روعة على نحو مدهش. إنه الدليل من أعمار الصخور، وخاصةً من الخطوط المغناطيسية فيها. إن هذا يكاد يكون أروع من أن يكون حقيقياً، إنه مثال توضيحيّ مثاليّ لتشبيهي الخاص بـ"المحقق الآتي متأخراً إلى مسرح الجريمة" ويُقاد على نحو لا يلين إلى استنتاج واحد فقط. إن لدينا حتى شيئاً مشابهاً جداً لبصمات الأصابع: "بصمات" مغناطيسية ضخمة في الصخور.

سنصطحب محققنا المجازي في رحلة عبر المحيط الأطلسي الجنوبي، في غواصة مصنوعة حسب الطلب قادرة على الصمود مع ضغوط أعماق البحر المرهبة. الغواصة معدة للثَقْب لأخذ عينات الصخور، عبر الرسوبيات السطحية لقاع البحر وصولاً بالأسفل إلى الصخور البركانية للطبقة القشرية نفسها lithosphere، ولديها أيضاً معمل على متنها لتأريخ عينات الصخور بالقياس الإشعاعي (انظر الفصل الرابع). يحدد المحقق وجهة سير شرقاً مباشرةً من ميناء Maceio البرازيلي، على بعد عشر درجات من خطوط العرض جنوب خط الاستواء. وبعد السفر لخمسين كيلومتراً أو نحو ذلك في المياه الضحلة للرصيف القاري الشاطئي[3] (والذي سنعتبره للغرض الحالي كجزء من قارة أمركا الجنوبية) فنُثَبِّت بإحكام حجرات الضغط العالي ونغوص إلى الأسفل (ياله من تهوين للأمور!) إلى الأعماق حيث الضوء الوحيد الذي يُرَى هو الوميض الحادث أحياناً من التألق الأخضر للكائنات العجيبة التي تعيش بهذا العالم الغريب.

عندما نصل إلى عمق حوالي عشرين ألف قدم (٣ آلاف قامة بحرية كاملة)، نثقب إلى القشرة الأرضية البركانية ونأخذ عينة لبية من الصخر. فيمضي معمل التأريخ الإشعاعي على متن الغواصة إلى العمل، ويبلّغ تقريره بأنها من العهد الطباشيري الأقدم، منذ حوالي ١٤٠ مليون سنة. ترحل الغواصة شرقاً على طول الخط العاشر الموازي، آخذة عينات صخور على فواصل متكررة. يُقاس عمر كل عينة بعناية ويتفكر المحقق في التواريخ، باحثاً عن نمط. لا يحتاج إلى البحث أكثر عنه. حتى دكتُر واتْسُن[4] ما كان سيفوته الأمر! كلما سافرنا شرقاً على طول الأراضي المنبسطة السهلية العظيمة لقاع البحر، تصير الصخور على نحو واضح أحدث فأحدث، على نحو ثابت. عند حوالي مسافة ٧٣٠ كيلومتراً في رحلتنا، تكون عينات الصخر من العهد الطباشيري المتأخر، عمرها حوالي ٦٥ مليون سنة،

[1] الدعموص: فرخ الضفدع_م
[2] Convection الحَمْل الحراري: انتقال الحرارة من جزء من السائل (أو الغاز) إلى جزء آخر، كأن يتم ذلك عن طريق ارتفاع الماء الحار وهبوط الماء البارد في إناء موضوع على النار_قاموس المورد. وبتعريف قاموس الوافي الذهبي: الحركة البطيئة للطبقات اللبية (تحت القشرية)_م
[3] وهو سلسلة الصخور السطحية قرب سطح الماء_من قاموس المورد_م
[4] دكتر واتْسُن أو واطسون هو الشخصية الهزلية الكوميدية عديمة الذكاء المرافقة لشيرلوك هولمز في الروايات البوليسية_م

والذي يصادف أنه كان عندما انقرض أواخر الديناصورات. تستمر النزعة باتجاه الصخور الأحدث فالأحدث كلما نقترب من وسط المحيط الأطلسي، وتبدأ الأنوار الكاشفة للغواصة في تمييز التلال السفحية لسلسلة جبلية عملاقة تحت الماء. هذا هو البروز وسط الأطلسي (انظر الصفحتين الملونتين ١٨–١٩)، والذي يجب أن تشرع غواصتنا الآن في تسلقه. بينما نصعد أعلى فأعلى، مستمرين في أخذ عينات الصخور، ومستمرين في ملاحظة أن الصخور تصير أحدث فأحدث. بوصولنا إلى ذُرَى البروز، تكون الصخور حديثة جداً، ربما تكون كذلك قد تدفقت منذ فترة قصيرة كحمم من البراكين. وبالفعل، ذلك هو تقريباً ما قد حدث. فجزيرة Ascension Island هي جزء من البروز الواقع تحت وسط المحيط الأطلسي والذي نتأ فوق مستوى سطح البحر كنتيجة لسلسلة حديثة من الانفجارات. حسناً حديثة: ربما منذ ٦ ملايين سنة ماضية، ذلك حديث بمقاييس الصخور التي كنا نأخذ منها عينات على طول طريق غواصتنا.

نواصل سفرنا الآن باتجاه أفريقيا، على الجانب الآخر من البروز، بالأسفل منه على الأراضي المنبسطة العميقة عند قاع البحر. نستمر في أخذ عينات الصخور و_كما لعلك خمنت_تصير الصخور الآن أقدم كلما تحركنا باتجاه أفريقيا. إنها الصورة المعكوسة للنمط الذي لاحظناه قبل أن نصل إلى البروز وسط الأطلسي. المحقق ليس في شك من التفسير: تتحرك الصفيحتان مبتعدتين بسبب تمدد قاع البحر بعيداً عن البروز. كل الصخور التي تُضاف إلى الصفيحتين المتباعدتين تأتيان من النشاط البركاني للبروز نفسه، ثم تتحرك في اتجاهين متقابلين، على أحد "المكتبين لفافي الغطاء" العملاقين اللذين ندعوهما الصفيحة الأفريقية والصفيحة الأمِركية الجنوبية. تشير الألوان الزائفة التوضيحية الموضحة للعملية في الصور بالصفحتين الملونتين ١٨–١٩ إلى أعمار الصخور، حيث الأحمر يرمز إلى الأحدث. يمكنك رؤية كيفية تعكاس تحليلات الأعمار على جانبي البروز وسط الأطلسي لبعضها على نحو بديع.

يا لها من حكاية رائعة! لكنها تصبح أفضل كذلك! يلاحظ المحقق نمطاً أكثر دقةً في نماذج الصخور بينما يُتعامَل معها في المعمل على متن الغواصة. إن ألباب الصخور المسحوبة من الطبقة القشرية العميقة مغناطيسية بدرجة ضئيلة كإبر البوصلة. إن هذه الظاهرة مفهومة جيداً. عندما تتصلب الصخور المصهورة، ينطبع حقل كوكب الأرض المغناطيسي في داخلها، في شكل استقطاب للبلورات الدقيقة التي تُكَوَّن منها الصخور البركانية. تسلك البلورات مثل إبر بوصلات ضئيلة متجمدة، مثبَّتة في الاتجاه الذي كانت تشير إليه عند لحظة تصلب الحمم المصهورة. وأما بعد، فمن المعروف منذ زمن طويل أن قطب الأرض المغناطيسي غير ثابت بل يتجول، على الأرجح ربما بسبب تدفقات متسربة ببطء في مزيج الحديد والنيكل المصهورين في لب الكوكب. في الوقت الحاضر، فإن الشمال المغناطيسي يقع قرب جزيرة Ellesmere في شماليّ كندا، لكنه لن يبقى هناك. فلتحديد الشمال الحقيقي باستعمال بوصلة مغناطيسية، يحتاج البحارة إلى البحث عن مُعامِل تصحيح، ومعامل التصحيح يتغير من سنة إلى أخرى إذ يتقلّب الحقل المغناطيسي للكوكب.

طالما يسجل محققنا بدقة الزاوية الدقيقة التي تموضعت بها الألباب الصخرية عندما استخرجها، فسيُخبره الحقل المغناطيسي المجمد في كل لب بموقع الحقل المغناطيسي للأرض في اليوم الذي تصلبت فيه الصخرة من الحمم. والآن للحجة الدامغة، فإنه يحدث أن_على فواصل غير منتظمة من عشرات أو مئات الآلاف من السنوات_ينعكس الحقل المغناطيسي للأرض تماماً، يحتمل بسبب التغيرات الكبيرة في اللب الحديدي/ النيكلي المصهور. فما كان الشمال المغناطيسي قد انقلب إلى موقع قرب القطب الجنوبي الحقيقي، وما كان الجنوب المغناطيسي انقلب إلى الشمال. وبالتأكيد التقطت الصخور الموقع الأخير للشمال المغناطيسي في اليوم الذي تصلبت فيه من الحمم المتدفقة من قاع البحر العميق. ولأن الاستقطاب ينعكس كل قليل من عشرات أو مئات الآلاف من السنوات، فيمكن لمقياس مغناطيسي

رصد خطوط ممتدة على طول صخر الأديم[1]: خطوط تشير فيها المجالات المغناطيسية لعينات الصخور كلها إلى اتجاه واحد، بالتبادل مع خطوط أخرى تشير فيها المجالات المغناطيسية كلها إلى الاتجاه المعاكس. يلونهما محققنا بالأسود والأبيض على الخريطة. وعندما ينظر إلى الخطوط على الخريطة كبصمات الأصابع، يلاحظ نمطاً لا لَبْسَ فيه. فكما مع الألوان التوضيحية التي تشير إلى الأعمار المطلقة للصخور، فإن خطوط المغناطيسية على الجانب الغربي من البروز وسط الأطلسي هي صورة معكوسة دقيقة للخطوط على الجانب الشرقي. وهو ما سنتوقعه بالضبط لو كانت القطبية المغناطيسية للصخور صيغت عندما تصلبت الحمم أولاً في البروز ثم تحركت ببطء بعيداً عن البروز، في اتجاهين متقابلين، بمعدل ثابت وبطيء جداً. هذا ابتدائيّ [بسيط]، يا عزيزي واتْسُن[2].

عودةً إلى المصطلحات الخاصة بالفصل الأول، فإن انتقال فرضية وِجنَر عن الانجراف القاري إلى النظرية الحديثة لتحركات الصفائح الأرضية هو مثال منهجيّ على ترسيخ فرضية مؤقتة إلى نظرية Theorum أو حقيقة مقبولة عالمياً. إن تحركات الصفائح البنيوية هام في هذا الفصل، لأننا بدونها لا نستطيع أن نفهم تماماً توزع الحيوانات والنباتات عبر قارات وجزر العالم. عندما تكلمت عن العائق الجغرافي البدئي الذي يفصل نوعين ابتدائيين، ضربت المثل بزلزال يُحوِّل مجرى نهر. يمكنني أن أشير أيضاً إلى قوى تحركات الصفائح الأرضية، القاسمة لقارة إلى اثنتين والناقلة للكِسرتين العملاقتين في اتجاهين مختلفين، بالكامل مع الركاب الحيوانات والنباتات، سُفُن من القارات.

كانت مدغشقر وأفريقيا ذات يوم جزءً من القارة الجنوبية الضخمة جُندوانا Gondwana، سوياً مع أمركا الجنوبية والقارة القطبية الجنوبية والهند وأستراليا. بدأت أستراليا بالتقسم_ببطء شديد وفقاً لمعايير إدراكنا_منذ حوالي ١٦٥ مليون سنة. في ذلك الوقت بينما كانت مدغشقر ما زالت متحدة مع الهند وأستراليا والقطب الجنوبي كجُندوانا الشرقية، انسحبت مبتعدةً من الجانب الشرقي لأفريقيا. عند حوالي نفس الزمن، انسحبت أمركا الجنوبية مبتعدة من شرق أفريقيا في الاتجاه المقابل. لاحقاً إلى حد ما تقسمت جُندوانا الشرقية نفسها، وصارت مدغشقر آخر الأمر منفصلة عن الهند منذ حوالي ٩٠ مليون سنة ماضية. حملت كل كِسرة من جُندوانا العتيقة معها حمولتها من الحيوانات والنباتات. لقد كانت مدغشقر "فُلْكاً" حقيقياً، والهند فُلكاً آخر[3]. على سبيل المثال، من المرجح أن أسلاف النعام والطيور الفيلية المنقرضة elephant birds نشأت في مدغشقر/الهند عندما كانتا لا تزالان متحدتين. انفصلا لاحقاً. اللاتي بقت على "الطوف" العملاق المسمى مدغشقر تطورت لتصير الطيور الفيلية، بينما "أبحر" أسلاف النعام على "السفينة الجيدة" الهند، وفيما بعد عندما اصطدمت الهند مع آسيا ونشأت قمم الهيمالايا حُرِّرَت إلى البر القاريّ لآسيا، والتي منها وجدوا آخر الأمر طريقهم إلى أفريقيا، أرضهم الموطوءة [موطنهم] الرئيسية في العصر الحالي (في الحقيقة تطأ الذكور الأرض بقوة لتثير إعجاب الإناث). أما الطيور الفيلية، فللأسف نحن لن نراها حية (أو نسمعها، لأنها لو كانت داست الأرض بقوة لكانت الأرض نفسها ستُهَن)[4]. كونها أضخم بكثير من أكبر النعام، فهذه العمالقة المدغشقرية هي الأصل المحتمل للرخ الأسطوري، الذي يبرز في الرحلة الثانية لسندباد البحّار.

---

1 Bedrock صخر الأديم أو الطبقة الصخرية الأساس: الصخر الصلد الواقع تحت التربة_قاموس المورد

2 للأسف، لم يقل هولمز هذه العبارة قط في أي رواية، لكن التلميح ينجح لأن الكل يعتقد أنه فعل.

3 الفُلك ark: السفينة الضخمة، والأغلب أنه يشير إلى حد ما إلى استعمال تشبيهي مجازي من أسطورة فلك نوح_م

4 عندما وصل البشر إلى مدغشقر منذ ١٥٠٠ عام كان النوع Aepyornis حياً، وربما انقرض فقط في القرن السابع عشر.

ورغم أنها كبيرة بدرجة كافية لأن يركبه إنسان، فلم يكن لها جناحان [كانت فقدتهما تطورياً تماماً_م]، لذا لا يمكن أبداً أنه قد حمل سندبادَ طائراً كما هو شائع[1].

لا تفسر فحسب نظرية تحركات الصفائح الأرضية الحقائقَ العديدة عن توزع المتحجرات والكائنات الحية، فهي تقدم أيضاً دليلاً إضافياً على القدم الشديد لكوكب الأرض. لذا، ينبغي أن تكون شوكة كبيرة في جنب الخلقيين، على الأقل خلقيي مذهب "الأرض الصغيرة". فكيف يتعاملون معها؟ على نحو غريب بالفعل. فهم لا يحاولون إنكار تغير القارات، لكنهم يعتقدون أنها كلها حدثت بسرعة عالية مؤخراً جداً، في زمن طوفان نوح[2]. ربما تعتقد أنهم_بما أنهم يسعدون بوضوح بإهمال الأدلة التي لا تلائمهم في حالة الكم الهائل والمتنوع من الأدلة على حقيقة التطور_سيقومون بنفس الحيلة مع الأدلة على تحركات الصفائح البنيوية أيضاً. لكن لا، فبغرابة، هم يقبلون كحقيقة أن أمِركا الجنوبية تلاءمت قديماً بإحكام مع أفريقيا. هم يبدون يعتبرون أن الأدلة على هذا جازمة، رغم أن الأدلة على حقيقة التطور أقوى بكثير، وهم ينكرون ذلك بمرح. وحيث أن الأدلة تعني القليل للغاية لهم، يتساءل المرء لماذا لا يأتون على الخنزير كله [*يقومون بالأمر بالكامل_م*] وينكرون ببساطة كل مسألة تحركات الصفائح البنيوية كذلك.

يقدم كتاب Jerry Coyne (لماذا التطور حقيقة)[3] معالجة أستاذية للدليل من التوزع الجغرافيّ، كما ستتوقع من المؤلف عالي المقام لأكثر الكتب المعاصرة موثوقيةً عن الاستنواع. وهو يضرب أيضاً في الصميم ولعَ الخلقيين بتجاهل الأدلة عندما لا تؤيد الموقف الذي "*يعرفون*" من الكتاب المقدس أنه يجب أن يكون صحيحاً، [من كتابه:] "*إن الدليل الجغرافي الحيوي اليوم قويّ للغاية لدرجة أني لم أرَ قط كتاباً خلقياً أو مقالاً أو محاضرة حاولت دحضه. يزعم الخلقيون ببساطة أن الأدلة لا توجد*" يتظاهر الخلقيون كما لو أن المتحجرات تقدم الدليل الوحيد على التطور. إن دليل المتحجرات بالفعل قويّ جداً. ما يساوي حمولات سيارات شحن من المتحجرات قد كُشِفَت منذ زمن دارْوِن. وكل هذه الأدلة إما تؤيد بفاعلية_أو تتوافق مع_التطور. وبصورة أكثر تأثيراً_كما قد شدَّدت من قبل_لا متحجرة واحدة تناقض التطور. مع ذلك، رغم قوة دليل المتحجرات، أريد أن أشدد مجدداً على أنه ليس أقوى ما لدينا. فحتى لو كان لم يُعثَر على متحجرة مفردة قط، فإن الدليل من الحيوانات الباقية حية كان سيظل مجبراً على نحو قاهر على الاستنتاج بأن دارْوِن كان محقاً. إن المحقق الآتي إلى مسرح الجريمة بعد الحدث يمكنه أن يكدِّس أدلة حية والتي هي محسومة بدرجة أكبر من المتحجرات. في هذا الفصل قد رأينا أن توزع الحيوانات على الجزر والقارات هو بالضبط ما ينبغي أن نتوقعه لو أنهم كلهم أقارب تطوروا من أسلاف مشتركة خلال فترات طويلة جداً. في الفصل التالي سنقارن الحيوانات المعاصرة مع بعضها البعض، ناظرين إلى توزع السمات في مملكة الحيوانات، خاصةً مقارنة تسلسلات شفراتهم الجينية، وسنصل إلى نفس الاستنتاج.

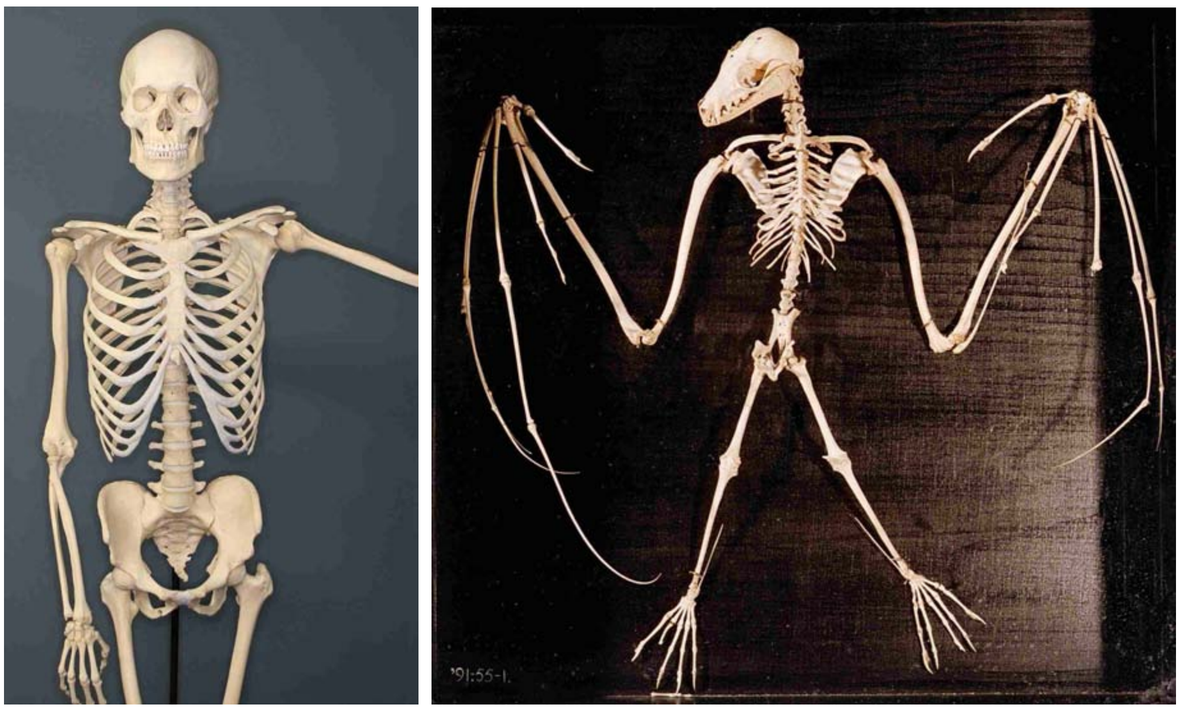
---

[1] في الحقيقة، فإن القوانين الفيزيائية للوزن تؤكد أن طائرً بحجم طائر فيلي لا يمكن أن يتمتع بطيران مرفرف قويّ على الإطلاق، مهما كانت درجة كبر امتداد جناحه. هذ لأن العضلات المتطلبة لتشغيل أجنحة ضخمة كهذه ستحتاج أن تكون كبيرة للغاية بحيث لن تستطيع رفع وزنها الخاص بها نفسه.
[2] ياله من تصور مدهش، أمِركا الجنوبية وأفريقيا يسرعان بعيداً عن بعضهما أسرع مما يستطيع الإنسان السباحة، لأربعين يوماً متواصلين!
[3] انظر ترجمتي العربية له بعنوان (لماذا النشوء والتطور حقيقة)_م

الفصل العاشر: شجرة القرابة التطورية

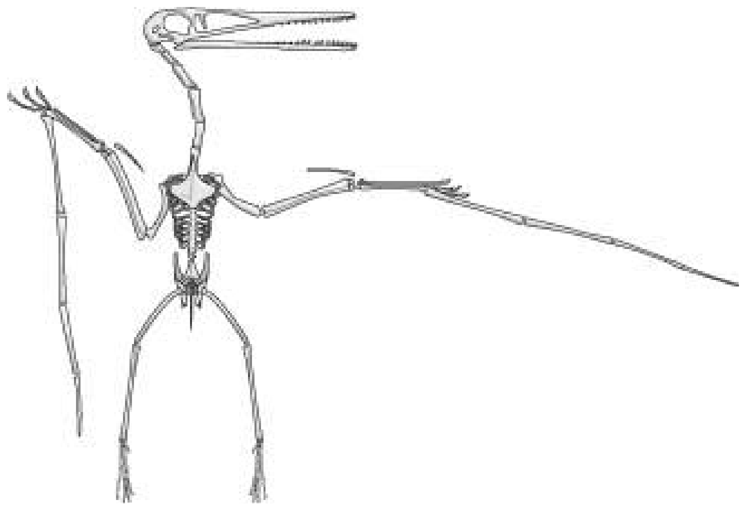
كل عظمٍ إلى عظمِهِ

ياله من قطعة من العمل هو الهيكل العظمي الثديي. لا أقصد أنه جميل في حد ذاته، رغم أني أعتقد أنه كذلك. أنا أعني حقيقة أننا يمكننا الحديث عن "الـ" هيكل الثديي عموماً: الحقيقة أن شيئاً متشابكاً بتعقيد كهذا مختلف على نحو عظيم عبر الثدييات، في كل أجزائه، بينما في نفس الوقت هو الشيء ذاته بوضوح في كافة الثدييات. إن هيكلنا العظمي خاصتنا مألوف بدرجة كافية فلا يحتاج لصورة، لكن انظر إلى هذا الهيكل العظمي لخفاش. أليس فاتناً كيف أن كل عظمة لها نظيرها المتعرَّف عليه في الهيكل العظمي البشري؟ متعرف عليه، بسبب الترتيب الذي تتصل به أحدها مع الأخرى. النِسَب فقط هي المختلفة. إن يدي الخفاش مكبرة على نحو ضخم (بالنسبة إلى حجمه الكلي بالتأكيد)، لكن لا أحد يمكن أن يفوته بأية حال التشابه بين أصابعنا وتلك الأصابع الطوال في الجناحين. إن يد الإنسان ويد الوطواط هما بوضوح نسختان من نفس الشيء، لا شخص عاقل يمكنه إنكار هذا. إن المصطلح التقني لهذا النوع من التشابه هو (التناظر) homology. إن جناحي الخفاش الطائرين ويدينا المسكتين (متناظرتان). إن يديّ السلف المشترك _وباقي أجزاء هيكله العظمي_قد أُخِذَت ومُطَّت، أو قُلِّصَت، جزءً بعد جزء، في اتجاهات مختلفة بمقادير مختلفة، على طول السلالتين المتحدرتين.

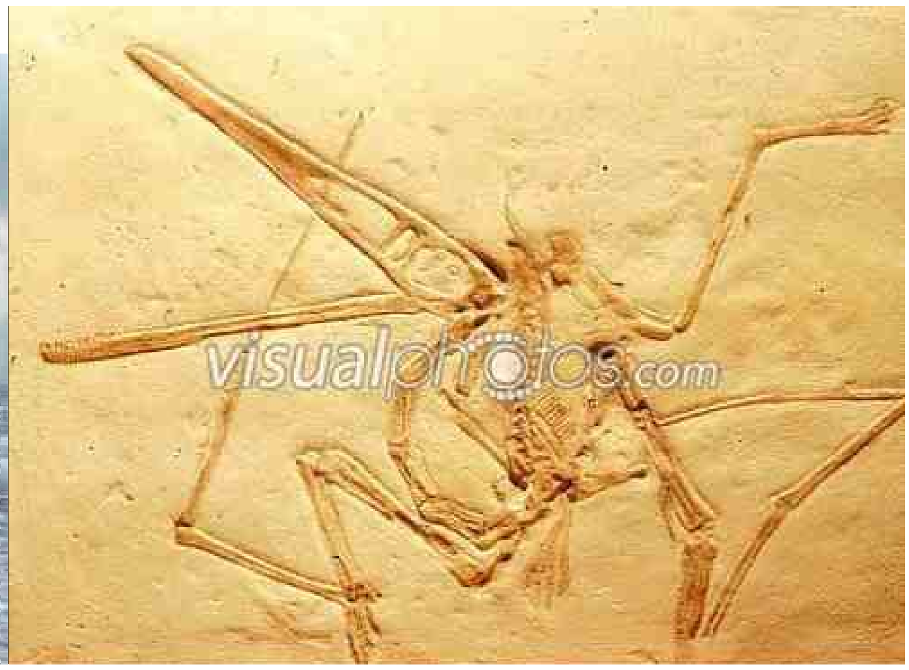


الهيكل العظمي لخفاش– مع صورة لهيكل إنسان

نفس الأمر ينطبق_رغم كونه بنسب مختلفة مرة أخرى_على جناح الـpterodactyl الزاحف المجنَّح[1]، (ليس شديداً، لكن المبدأ يظل مستمراً، وهو ما يجعل الأمر كله مثيراً للإعجاب أكثر). إن غشاء جناح الزاحف المجنح محمول إلى حد كبير بإصبع واحد، وهو ما نسميه في هيكلنا بالإصبع "الصغرى" أو "الخنصر". أعترف بشأن الوزن الكبير المحمول من قِبَل الإصبع الخامس، لأنه في البشر يبدو هشاً للغاية. هذا مضحك_بالتأكيد_لأن بالنسبة لزاحف مجنح الإصبع كان الإصبع الخامس أبعد ما يكون عن أن يكون "صغيراً"، ممدوداً على معظم طول الجسد، ويفترض أنه بدا قوياً وضخماً مثلما تبدو ذراعانا لنا. مرة أخرى، هذا يُسْفِر عن توضيح المقصد الذي أبتغيه. الإصبع الخامس مُعدَّل ليحمل غشاء الجناح. كل التفاصيل قد أصبحت مختلفة، لكنه يظل على نحو قابل للتمييز الإصبع الخامس بسبب علاقته المكانية إلى عظام الهيكل العظمي الأخرى. هذه الدعامة الطويلة القوية الساندة للجناح (مناظِرة) لإصبعنا الصغرى. إن كلمة "الإصبع الخنصر" أو الصغرى تعني في الزاحف مجنح الإصبع (دعامة عفية ضخمة).







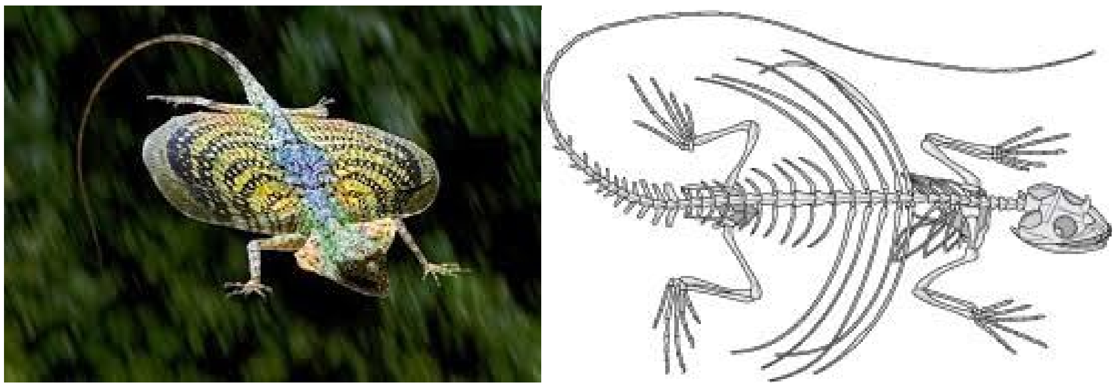
الهيكل العظمي للزاحف مجنح الإصبع Pterodactyl

بالإضافة إلى الطائرين الحقيقيين، الطيور والخفافيش والزواحف المجنحة pterosaurs (فصيلة من ضمنها Pterodactyl) والحشرات، تتزلق الكثير من الحيوانات: وهي عادة قد تعرفنا شيئاً عن أصل الطيران الحقيقي. إن لديها أغشية متزلقة، والتي تحتاج دعماً هيكلعظمياً، لكن لا ينبغي أن يأتي من عظام الأصابع كما يحدث في جناحي الخفافيش والزواحف المجنحة. فالسناجب الطائرة

[1] يعني اسمه بالإغريقية حرفياً (مجنح الإصبع) ولا حاجة للقول أنه طور الطيران مستقلاً عن النوع الآخر سلف الديناصورات الطائرة المريشة فالطيور، كتطور متقارب، وكذلك فعل الخفاش والسنجاب الطائر والحشرات_م.

(مجموعتان مستقلتان من القوارض)، والفلنجرات الطائرة phalangers (جرابيات أسترالية تبدو تقريباً بالضبط كالسناجب الطائرة، لكنها ليست قريبة وثيقة لها) تمد غشاءً من الجلد بين الذراعين والرجلين. الأصابع المفردة غير متطلَّبة لحمل حمل كثير، وهي غير مكبرة. كنت سأكون أسعد كسنجاب طائر مما لو كنت زاحفاً مجنح الإصبع، لأنه يبدو من "الصحيح" استعمال كامل الذراعين والرجلين للقيام بعمل حمل الثقل.

أدناه صورة للهيكل العظمي لما يسمى بالسحلية الطائرة، متزلق غابة رائع آخر. يمكنك أن ترى فوراً أن الضلوع هي التي_بدلاً من الأصابع، أو الذراعين والرجلين_قد أصبحت مُعدَّلة لحمل "الجناحين" أي غشائيْ الطيران. مرة أخرى، فإن تشابه الهيكل العظمي ككل للهياكل العظمية الأخرى للفقاريات واضح تماماً. يمكنك التأمل في كل عظمة، واحدة تلو أخرى، متعرِّفاً في كل حالة على العظمة المحددة التي تتشابه معها في الهيكل العظمي للبشر أو الخفاش أو الزواحف المجنحة.



الهيكل العظمي لـ"السحلية الطائرة" أو المتزلقة بالأصح

أما الـcolugo، أو ما يُدعى بـ"الليمور الطائر"، الخاص بغابات جنوبي شرق آسيا فيشابه السناجب الطائرة والفلنجرات الطائرة، ما عدا أن الذيل_بالإضافة إلى الذراعين والرجلين_ متضمن في البنية الداعمة لغشاء الطيران. هذا لا يبدو مناسباً بالنسبة لي، لأنني لا أتصور ما يبدو عليه الأمر أن تمتلك ذيلاً على الإطلاق، رغم أننا البشر_بجانب كل القرود العليا عديمي الذيل الآخرين_لدينا ذيل أثري، العصعص، مدفوناً تحت الجلد. على الأغلب فلكوننا قرود عليا عديمي الذيل، من العسير علينا تصور ما ينبغي أن يبدو عليه الأمر أن تكون قرداً عنكبوتياً، والذي يهيمن ذيله على كل العمود الفقري. يمكنك أن ترى من الصورة في الصفحة الملونة ٢٦ كيف أنه أطول بكثير حتى من الذراعين والرجلين الطوال فعلاً. كما في الكثير من قردة العالم الجديد (في الواقع، في الكثير من ثدييات العالم الجديد عموماً، والتي هي حقيقة مثيرة للفضول، صعبة التفسير)، فإن ذيل القرد العنكبوتي قادر على الإمساك، مما يعني أنه معدَّل للإمساك، ويبدو تقريباً قد صار يداً إضافية، رغم أنه غير متناظر مع يد حقيقية، وليس له أصابع. في الواقع، يبدو ذيل القرد العنكبوتي مشابهاً جداً لرجل أو ذراع إضافية.

أنا لا أحتاج على الأرجح لشرح الرسالة مرة أخرى. إن الهيكل العظمي الأساسي هو نفس الذي في ذيل أي ثديي آخر، لكنه معدل للقيام بوظيفة مختلفة. حسناً، إن الذيل ذاته ليس نفس الشيء تماماً: إن ذيل القرد العنكبوتي لديه حصة إضافية من الفقرات، لكن الفقرات ذاتها على نحو قابل للتمييز هي نفس نوع الشيء كالفقرات في أي ذيل آخر، بما في ذلك عصعصنا الخاص بنا. هل يمكنك

تصور ما سيكون عليه الأمر أن تكون قرداً ذا خمس "أيادي" ممسكة، واحدة في نهاية كل رجل وكذلك في نهاية كل ذراع، وذيل، تستطيع التعلق برضا من أيٍّ منها؟ أنا لا يمكنني. لكني أعلم أن ذيل قرد عنكبوتي متناظر مع عصعصي، تماماً مثلما أن عظمة الجناح الطويلة والقوية على نحو ضخم للزاحف مجنح الإصبع pterodactyl متناظرة مع إصبعي الصغرى.

هاكَ حقيقة مذهلة أخرى. إن حافر الحصان متناظر مع ظفر إصبع يدك الوسطى (أو ظفر إصبع قدمك الوسطى)، إن الخيول تمشي حرفياً على أطراف أصابع أقدامها، بخلافنا عندما نمشي على ما ندعوه طرف إصبع. لقد فقدت بالكامل تقريباً كل أصابع قدميها وأصابع يديها الأخرى. في الخيول، فإن مناظِرات إصبعي يدينا السبابة والبنصر، ومكافئيهما بالرجلين الخلفيتين، قد بقيت كشظايا عظمية ضئيلة، مدموجة في عظمة "قائمة ساق" cannon [العظمة المدفعية_م]، وغير مرئية خارج الجلد. إن عظمة قصبة قائمة ساق الحصان مناظرة لعظم السنغ الأوسط لنا والذي هو مدفون في يدينا (أو العظم المشطي المدفون في قدمينا). إن الوزن الكلي للحصان_وهو ضخم جداً في حالة Shire حصان الجر الإنجليزي أو الكلدستال Clydesdale حصان الجر الإسكتلندي_محمول على أصابع يديه وقدميه الوسطى. إن التناظرات_كمثال_لأصابعنا الوسطى أو الأصابع الوسطى للخفاش جلية تماماً. لا أحد يمكنه أن يشك فيها، وكأنما لفرض وجهة نظرنا، يُولَد أحياناً أحصنة شاذة [*متأسِّلة بطفرة*] ذوات ثلاثة أصابع في كل رجل، الوسطى تعمل كـ"قدم" طبيعية، والاثنتان الجانبيتان لديهما حافران مصغران (الصورتان أدناه)





حصان متعدد الأصابع Polydactylic

هل يمكنك رؤية مدى جمال هذه الفكرة عن التعديل غير المحدود تقريباً خلال كم ضخم من الوقت، كلٌ منها معدَّل من آثار محتَفظ بها لا لَبْسَ فيها من الأصل؟ أنا معجب للغاية بالـlitopterns، وهي عاشبات جنوب أمِركية منقرضة، ليست وثيقة القرابة لأي حيوانات معاصرة، ومختلفة جداً عن الخيول، ما خلا أنها كان لديها أرجل وحوافر متطابقة تقريباً. لقد طورت الأحصنة (في أمِركا الشمالية[1]) والـlitopterns (في أمِركا الجنوبية، والتي كانت في ذلك الزمن جزيرة ضخمة، وكان برزخ بنما ما زال سيكون في المستقبل كممر) على نحو مستقل نفس الاختزال بالضبط لكل أصابع الطرفين الأماميين والخلفيين عدا الأصابع الوسطى، ونمَّوْا حوافر متطابقة في نهايات تلك. يحتمل أنه ليس هناك الكثير من الطرق لثدييّ عاشب ليصير عدَّاءً سريعاً. لقد "عثرت" الخيول والـlitopterns بالصدفة

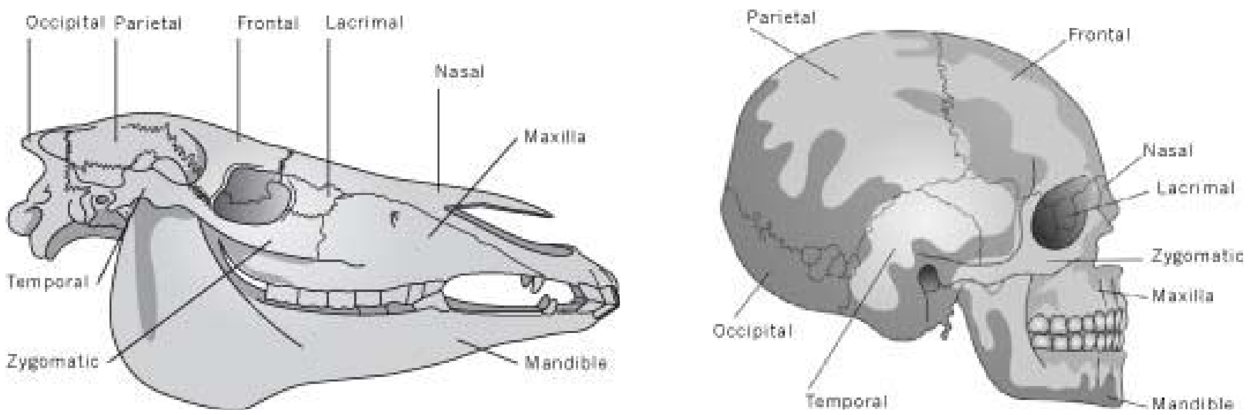
[1] ربما تُفاجَأ بمعرفة أن الخيول تطورت في أمركا الشمالية، لأنه من المعروف على نحو واسع أنه عندما جاء الغزاة الأورُبيون لأول مرة إلى الأمِركَتين، أذهل منظرهم على ظهور الخيول السكان الأصليين. إن معظم تطور الخيول حدث بالفعل في أمركا، ثم انتشرت الخيول إلى باقي العالم، قُبَيْل (بالمقاييس الجيولوجية) أن تنقرض في أمركا. إنها حيوانات أمركية الأصل أعاد الإنسان جلبها إلى أمركا [إضافة من المترجم: والجمال كذلك أمركية الأصل!].

على نفس الطريقة، باختزال الأصابع عدا الوسطى، وهذا أوصلهم إلى نفس النتيجة، أما الأبقار والظباء "فعثرت" بالصدفة على حلٍ آخر: اختزال الكل عدا إصبعين.

سيبدو التعبير التالي متناقضاً لكن يمكنك رؤية كيف أنه معقول، وكيف أنه هام كملاحظة. إن الهياكل العظمية لكل الثدييات متماثلة ولكن عظامهم الفردية مختلفة. إن حل التناقض يكمن في استعمالي المتعمد لكلمة (هيكل عظمي) لأجل تركيب العظام، في ترابط مرتَّب واحدةً إلى الأخرى. وفقاً لهذا الرأي، فإن أشكال العظام الفردية ليست خواصاً للـ(هيكل العظمي) بالمطلق. فالهيكل العظمي_بهذا المعنى الخاص_يتجاهل أشكال العظام الفردية ويهتم فقط بالترتيب الذي ترتبط مع بعضها به: "كل عظم إلى عظمِهِ" بحسب تعبير النبيّ حزقيال[1]، وعلى نحو أكثر حيويةً في الأغنية المستوحاة من هذه الفقرة:

"عظم إصبعك اتصل بعظم قدمك، عظم قدمك اتصل بعظم كاحلك، عظم كاحلك اتصل بعظم رجلك، عظم رجلك اتصل بعظم ركبتك، عظم ركبتك اتصل بعظم فخذك، عظم فخذك اتصل بعظم وركك، عظم وركك اتصل بعظم ظهرك، عظم ظهرك اتصل بعظم كتفك، عظم كتفك اتصل بعظم رقبتك، عظم رقبتك اتصل بعظم رأسك، أنا أسمع كلامَ الرب!"

صميم المسألة أن هذه الأغنية يمكن أن تنطبق حرفياً على أي ثدييّ، في الواقع وأي فقاري بري، وبتفاصيل أكثر بكثير مما تقترحه هذه الكلمات. كمثال، يحتوي "عظم رأسك" أو جمجمتك على ٢٨ عظمة، متصلة في الغالب ببعضها في "درزات"[2] صلبة، لكن مع عظمة واحدة متحركة أساسية (الفك السفلي)[3] والشيء الرائع أنه_مع القبول بوجود عظمة زائدة هنا أو هناك_فإن نفس مجموعة الـ٢٨ عظمة_والتي يمكن تمييزها بوضوح بنفس الأسماء_توجد عبر كل الثدييات.



جمجمتا إنسان وحصان

عظم رقبتك اتصل بعظم قذالك occipital، قذالك اتصل بعظم الجداري العلوي الخلفي parietal، عظمك الجداري اتصل بعظمك الجبهي، عظمك الجبهي اتصل بعظمك الأنفي، عظمتك السابعة والعشرون اتصلت بعظمتك الثامنة والعشرين...

---

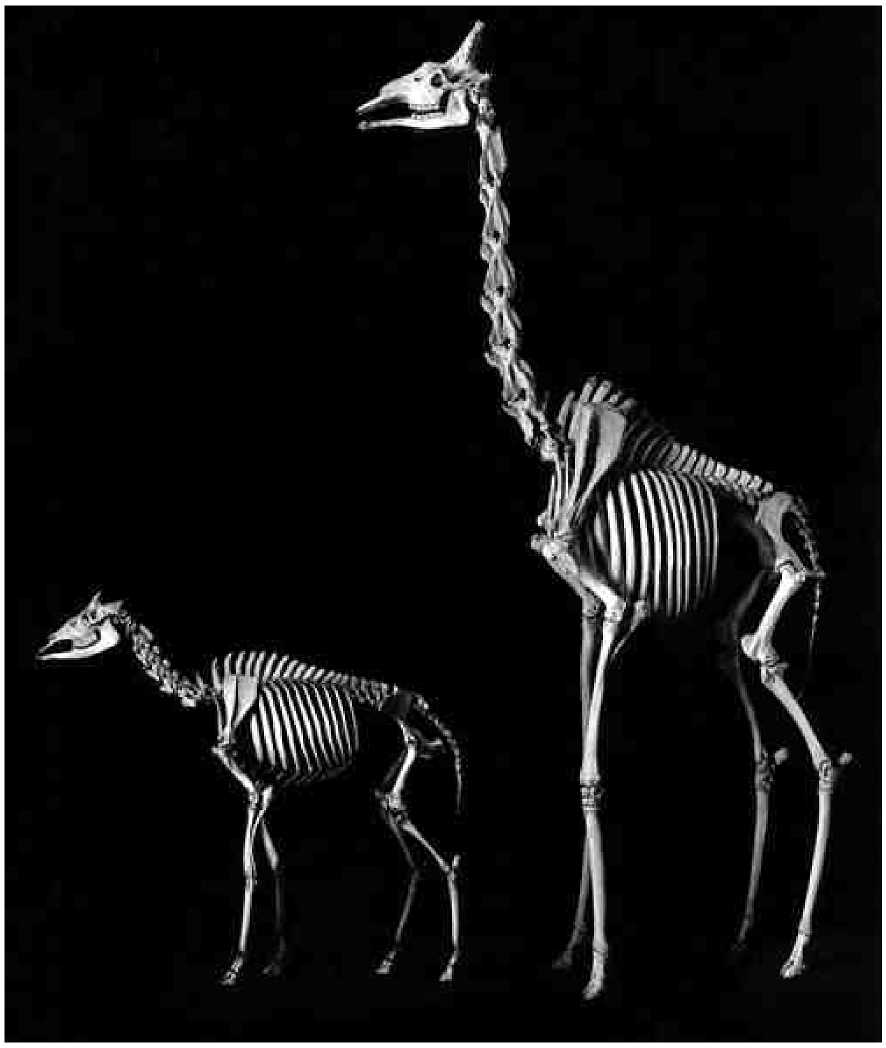
[1] حزقيال ٣٧: ٧ وهي من خرافات الكتاب اليهودي المقدس عن بعث أموات يهود رمزاً لعودة دولة إسرائيل في فلسطين، وقد أشار لها القرآن في قوله { أَلَمْ تَرَ إِلَى الَّذِينَ خَرَجُواْ مِن دِيَارِهِمْ وَهُمْ أُلُوفٌ حَذَرَ الْمَوْتِ فَقَالَ لَهُمُ اللّهُ مُوتُواْ ثُمَّ أَحْيَاهُمْ...} إلخ البقرة: ٢٤٣_م

[2] درزات sutures: خطوط التحام عظام الجمجمة، كدرزات الخياطة_م.

[3] وهي عظمة واحدة في الثدييات، أما عظمة الفك السفلي في الزواحف فأكثر تعقيداً، وتتعلق بها حكاية فاتنة والتي حذفتها على مضض من هذا الكتاب (لا يمكنك وضع كل شيء). ففي حيلة تطورية بارعة، ضُمَّت العظام الأصغر للفك الزاحفي السفلي في الأذن الثديية، حيث شكّلت جسراً دقيقاً بإتقان، لتوصيل الصوت من طبلة الأذن إلى الأذن الداخلية.

كل هذا هو نفسه، بغض النظر عن أن شكل العظام مختلف جذرياً عبر الثدييات.

ما الذي نستنتجه من كل هذا؟ لقد اقتصرنا هنا على الحيوانات المعاصرة، ولذا لا نرى التطور وهو يعمل. نحن كالمحققين، نأتي متأخراً إلى مسرح الحدث. وإن نمط التشابه بين الهياكل العظمية للحيوانات المعاصرة هو بالضبط النمط الذي ينبغي أن نتوقعه لو كانوا كلهم قد تحدروا من سلف مشترك، والبعض منهم من سلف أكثر حداثةً من الآخرين. لقد عُدِّل الهيكل العظمي السلفي تدريجياً خلال العصور. بعض الأزواج من أنواع الحيوانات_كمثالٍ الزرافة والأوكابي Okapi_يتشارك سلفاً حديثاً. إنه ليس صحيحاً بدقة وصف الزرافة كأوكابي مستطالة عمودياً، لأن كليهما حيوانات حديثة. لكنه سيكون تخميناً جيداً (مدعوماً بالدليل الحفري في الواقع، لكننا لا نتحدث عن المتحجرات في هذا الفصل) أن السلف المشترك بدا على الأرجح أكثر شبهاً إلى الأوكابي منه إلى الزراف.



صورة للهيكلين العظميين للأوكابي والزرافة


الأوكابي

على نحو مشابه، فإن الإمبالا impalas (ظبي أفريقي صغير الحجم) والنـو gnus[1] (ظـبي شـبيه بـالثور) هـم أقـارب لصيقون لأحـدهم الآخر، وأقارب أبعد قليلاً للزراف والأوكابي. وكل الأربعة من الأنواع هم أقارب أكثر بعداً مع ذلك لبـاقي الحيوانـات مشـقوقة الظلـف الأخرى، كالخنزير والخنازير الوحشية (اللذين هم أقارب لبعضهم البعض وللـpeccaries [*البِكَري حيوان أمِركي شبيه بـالخنزير_م*]). وكل الحيوانات مشقوقة الظلف هي أقارب أكثر بعداً للخيول والحمير الوحشية (الذين ليس لهـم حـوافر مشـقوقة وهـم أقـارب وثيقـون أحدهم إلى الآخر). نستطيع أن نستمر طالما أردنا، مصـنفين أزواج الأنـواع الأقـارب في مجموعـات، ومجموعـات ضـمن مجموعـات مـن الأنواع الأقارب، ومجموعات ضمن مجموعات ضمن مجموعات من الأنواع الأقارب. لقد انزلقتُ إلى استعمال الفئات آلياً، وأنت تعلم ما الذي تدل عليه. إن المعنى التالي للفئات واضح لك فوراً، لأنك تعلم من قبل كل شيء عـن الأقـارب [أبنـاء العـم] متشـاركي الجـدود، وأبناء أبناء العم المتشاركين آباء الأجداد، وهلم جراً: (الذئب والثعلب) (الأسد والنمر والفهد) (الزرافة والأوكابي) (الإمبالا والنو).

كل شيء يشير إلى شجرة نسب أسلاف متفرعة بسيطة، شجرة عائلة. لقد ألمحتُ إلى أن شجرة التشابهات هي حقاً شجرة عائلة، لكن هل نحن مجبرون على هذا الاستنتاج؟ هل هناك أي تفسيرات بديلة؟ حسناً، بالكاد فحسب! لقد كان النمط التراتبي ملاحَظاً من قِبَـل الخلقيين في عهود ما قبل دارْوِن، ولقد كان لديهم بالفعل تفسير غير تطوري، تفسـير متكلـف غـير مقنـع علـى نحـو محـرج. فحسـب رأيهم، فإن أنماط التشابهات تعكس المواضيع في عقل المصمِّم. لقد امتلك أفكاراً عديدة عن كيفية صـنع الحيوانـات. فانسـحبت أفكـاره على الموضوع الثديي، و_على نحو مستقل_انسحبت على موضوع للحشرات. ضمن الموضوع [أو الفكرة_م] الثديية، كانت أفكار المصمِّم متفرعة بترتيب وهرمياً إلى مواضيع فرعية (مثلاً، الحيوانات مشقوقة الظلف) ومواضيع فرعية فرعية (مثلاً، موضوع الخنزير). إن هناك عنصر قوي من الدفاع الاستثنائي والتفكير المتمنِّي حول هذا، وفي العصر الحالي نادراً ما يلجـأ الخلقيـون إليـه. في الحقيقـة_ كمـا مـع الدليل من التوزع الجغرافي، الذي ناقشناه في الفصل السابق_هم نادراً ما يناقشون الأدلة المقارَنـة علـى الإطـلاق، مفضِّـلين الالتصـاق إلى المتحجرات، حيث قد عُلِّموا (على نحو خاطئ) الاعتقاد بأنهم على أرض واعدة.

لا استعارة

للتأكيد على مدى غرابة فكرة خالق يقتصر بتصلب على "مواضيع"، تذكر أن أي مصمم بشري مدرِك يكون سعيداً تماماً باسـتعارة فكـرة من أحد اختراعاته إن كانت ستفيد الاختراع الآخر. فربما يكون هناك "موضوع" لتصميم طائرة، والذي هو منفصل عن "موضوع" تصميم قطار. لكن مكوناً للطائرة_مثلاً تصميماً محسَّناً لأضواء القراءة فوق المقاعد_قد تُستعار كذلك في القطارات. لماذا لا يكون كذلك، لـو أنهـا تخدم نفس الغرض في كليهما؟ عندما اختُرِعَت السيارات ذات المحرك لأول مرة، الاسم الذي أُطلِقَ عليها "عربات بلا أحصنة" يخبرنا من أين جاء بعض الإلهام. لكن المركبات المجرورة بالأحصنة لا تحتاج إلى عجلات موجِّهة، فأنت تستعمل الأعنة لتوجيـه الأحصـنة، بالتالي فلابد لفكرة العجل الموجِّه من مصدر آخر. أنا لا أدري من أين جاءت، لكني أشك أنها استُعيرت من تقنية مختلفة تماماً، هـي

[1] إن الكلمة الهولندية wildebeest تُستعمَل بتزايد تفضيلاً على كلمة نو gnu، ولذا فأنا أحاول الحفاظ على كلمة نو، لأنها لو انقرضت تماماً، لن يعود هناك من بعد معنى للأغنية الألمعية التي غناها Flanders and Swann "جنور Gnor هل أنا على على الأقل، كذلك الظبي المرهب، أوه جنو Gno جنو جنو [تدليل جنور]، أنا نو gnu.

الخاصة بالمركب. كانت أداة التوجيه الأصلية_قبل أن تُبطَل بالعجلات الموجِّهة، التي أُدخِلَت في حوالي أواخر القرن التاسع عشر_ هي ذراع الدفة، مستعارة أيضاً من المراكب، إلا أنها كانت حُرِّكَت بدل الخلف لتكون في مقدمة السيارة.

إن يكن الريش فكرة جيدة ضمن "موضوع" الطيور، لدرجة أن كل طائر مفرد_بلا استثناء_يمتلكها سواء كان يطير أم لا، فلماذا لا تمتلكها أي ثدييات حرفياً؟ لماذا لن يستعير المصمم ذلك الاختراع المبدع، الريش، لخفاش واحد على الأقل؟ إن الإجابة التطورية واضحة. لقد ورثت كل الطيور ريشَها من سلفها المشترك، والذي امتلك ريشاً. لا ثديي متحدر من ذلك السلف. إن الأمر بتلك البساطة[1]. إن شجرة التشابهات هي شجرة عائلة. إن نفس نوع القصة ينطبق على كل فرع وكل فرع فرعي وكل فرع فرعي فرعي من شجرة الحياة.

الآن نأتي إلى نقطة مثيرة للاهتمام. هناك عدد كثير من الأمثلة الجميلة حيث تبدو_ظاهرياً_كما لو كانت الأفكار ربما قد استعيرت من أحد أجزاء الشجرة وطُعِّمَت في جزء آخر، كتنوع تفاحة مطعمة في جذع شجرة. إن الدولفين_والذي هو حوت صغير الحجم_يبدو ظاهرياً مثل أنواع عديدة من الأسماك الكبيرة، إحدى هذه الأسماك، الدورادو dorado [السمكة المذهَّبة] (*Coryphæna hippuris*) تُدعى أحياناً حتى "دولفيناً". إن للدلافين الحقيقيين والدورادوات dorados نفس الشكل الانسيابي، ملائماً لأساليبهم المتشابهة للحياة كصيادين سريعين قرب سطح البحر. إلا أن تقنية سباحتهما_رغم تشابهها ظاهرياً_لم يقتبسها أحدهم من الآخر، كما يمكنك أن ترى سريعاً لو نظرت إلى التفاصيل. فرغم أن كليهما يستمد سرعته من الذيل، فإن الدورادو_ككل الأسماك_تحرك ذيلها من جانب إلى آخر. لكن الدولفين الحقيقي يفشي تاريخه الثدييّ بالضرب بذيله إلى أعلى وأسفل. إن التموج من جنب إلى الآخر المنتقل من العمود الفقري السمكي السلفي قد ورثته السحالي والثعابين، والتي يمكن أن يُقال عنها تقريباً "تعوم" على اليابسة. قارن ذلك مع حصان أو فهد راكض. إن السرعة تأتي_كما يحدث في الأسماك والثعابين_من حني العمود الفقري، لكن في الثدييات ينحني العمود الفقري إلى أعلى وأسفل، لا جنباً إلى الآخر. إنه لسؤال مثير للاهتمام كيف قيم بالنقلة في سلسلة نسب الثدييات. ربما كان هناك مرحلة متوسطة، والتي حركت عمودها الفقري بالكاد في العموم، في أيٍّ من الاتجاهين، كالضفدع. من ناحية أخرى، فإن التماسيح قادرة على الركض (سريعة على نحو مخيف) وكذلك استعمال المشية الشبيهة بالخاصة بالسحالي المألوفة أكثر بين الزواحف. إن أسلاف الثدييات لم تكن كأي شيء يشبه التماسيح، لكن ربما ترينا التماسيح كيف قد يكون السلف الوسيط جمع بين المشيتين.

على أية حال، لقد كان أسلاف الحيتان والدلافين ثدييات برية كاملة الانتساب، والتي بالتأكيد ركضت عبر المروج أو الصحاري أو التندرات [*سهول القطب الشمالي*] بثني العمود الفقري إلى أعلى وأسفل. وعندما عادوا إلى البحر، احتفظوا بحركتهم العمود فقرية إلى أعلى وأسفل. إن كانت الثعابين والسحالي "تعوم" على البر، فإن الدلافين "تعدو" خلال البحر! ووفقاً لذلك، إن شعبة ذيل الدولفين قد تبدو ظاهرياً مثل الذيل المتفرع لسمكة الدورادو، لكنها موضوعة أفقياً، بينما زعانف الدورادو الذيلية مصفوفة في مستوى رأسي. إن هناك نواحي عديدة أخرى مكتوب فيها تاريخ تطور الدولفين في جميع أنحائه، وسآتي إلى الحديث عنها في الفصل القادم بذلك العنوان.

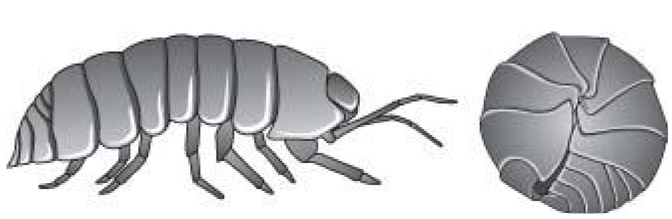
---

[1] أفترض أن قرائي يعلمون أفضل من مؤلف(ي) سفر اللاويين [من التوراة] ، والذي[ن] اعتقد[وا] أن الخفافيش طيور، ففي الإصحاح ١١: ١٣-١٩ قائمة طويلة من الطيور المكروهة [المحرمة]، بدءً بالنسر وانتهاءً باللقلق والببغا على أجناسه والهدهد والخفاش. وإنه سؤال منفصل لماذا كان ضرورياً أن يُحكَم على أي حيوانات بأنها مكروهة. لقد كانت ممارسة شائعة في الكثير من الديانات. [وهي التابو_م]

إن هناك أمثلة أخرى حيث التشابه الظاهري عظيم للغاية بحيث يبدو من الصعب تماماً رفض فرضية (الاستعارة)، إلا أن فحصاً من قرب أكثر يبرهن أننا يجب أن نفعل [*نرفضها*_م]. يمكن أن تبدو الحيوانات متشابهة للغاية بحيث تشعر أنها يجب أن تكون أقارب تطورية لبعضها. لكن من ثم يتضح أن التشابهات_رغم كونها مثيرة للإعجاب_تفوقها عدداً الاختلافات عندما تنظر إلى مجمل التصميم. إن الحشرة المتكورة Pill bugs [*تعرف في العربية باسم حمار قبّان*[1]_م] (انظر الصورة أدناه) هي كائنات ضئيلة مألوفة، ذات أرجل كثيرة [*من كثيرات الأرجل*_م]، والتي على نحو مألوف تلتف في كرة حامية، مثل حيوانات المدرع armadillos. في الواقع، ربما كان هذا أصل الاسم اللاتيني *Armadillidium*. وذلك هو اسم جنس آخر من "الحشرة المتكورة"، والذي هو قشريّ [*من جنس القشريات*]، ألا وهو قملة الشجر woodlouse، ذات القرابة إلى الجمبري لكنها تعيش على اليابسة، حيث تفشي عن أسلافها المائية المتأخرين بالتنفس بخياشيم، والتي يجب أن تُبقَى رطبة. لكن المقصد من القصة أن هناك نوعاً مختلفاً تماماً من "الحشرة المتكورة" والذي ليس قشرياً على الإطلاق بل ألفي الأرجل. عندما تراهما ملتفتين، ستعتقد انهما متطابقتان تقريباً. مع أن أحدهما قملة شجر مُعدَّلة، بينما الأخرى كثيرة أرجل معدَّلة (في نفس الاتجا). لو بسطتهما ونظرت بعناية، سترى فوراً اختلافاً مهماً واحداً على الأقل. إن كثيرة الأرجل لها زوجان من الأرجل في معظم أقسامها، بينما قملة الشجر لها زوج واحد. أليس هذا جميلاً، كل هذا التعديل اللانهائي؟ إن فحصاً أكثر تفصيلاً سيظهر أن_في المئات من النواحي_تشابه كثيرة الأرجل بالفعل حقاً كثيرات الأرجل المألوفة أكثر. إن تشابهها مع قملة الشجر ظاهري، تقاربي.



ألفية الأرجل المتكورة (حمار قبان)



قملة الشجر القشرية المتكورة

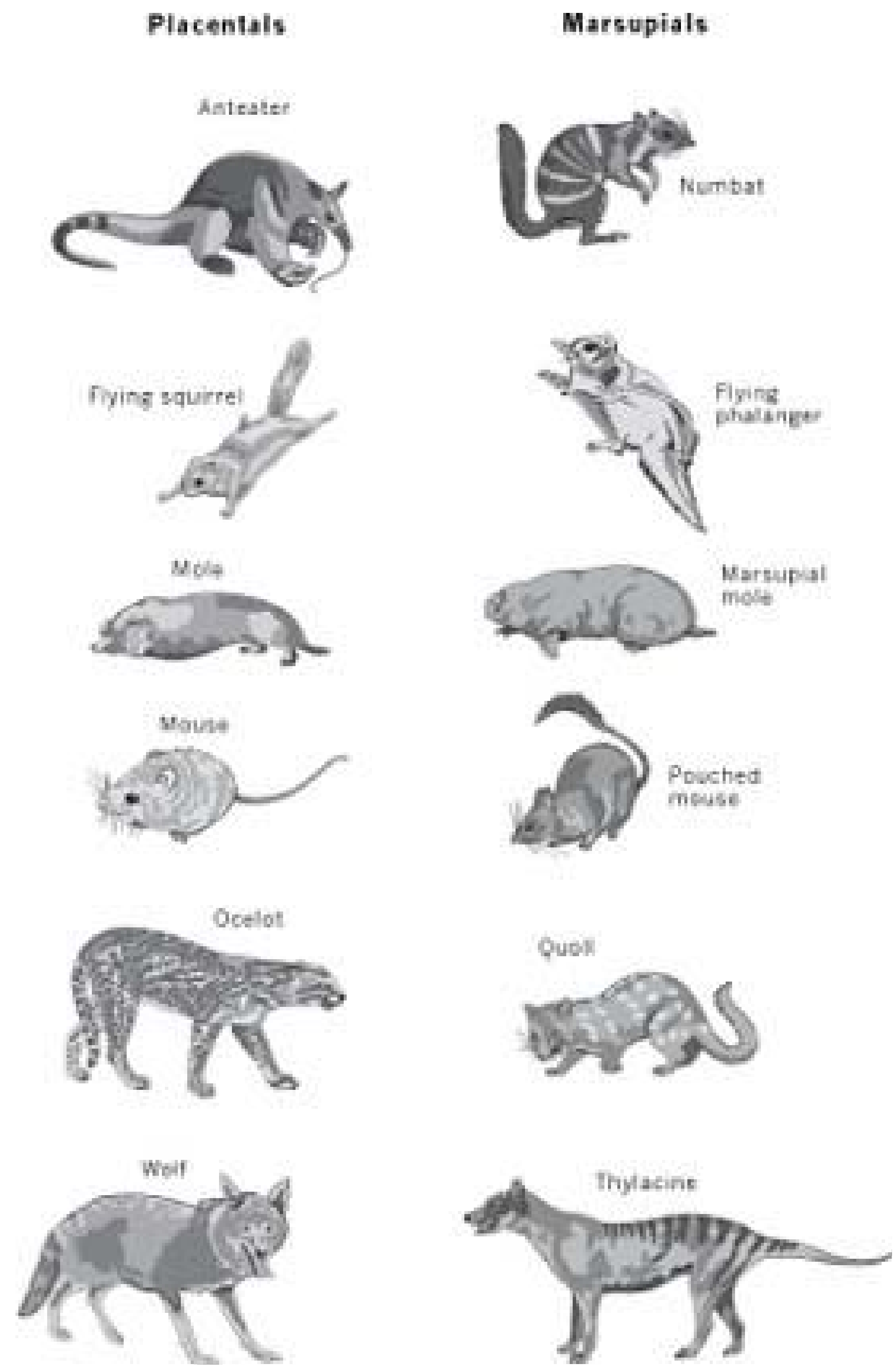
على الأغلب أي عالم حيوان غير متخصص سيقول أن الجمجمة في الصورة التالية تعود إلى كلب. أما المتخصص فسيكتشف أنها ليست في الحقيقة جمجمة كلب بملاحظة الثقبين البارزين في سقف الفم. هذه علامة مفشية عن الجِرابيات، المجموعة الكبيرة من الثدييات التي توجد في العصر الحاضر في معظمها في أستراليا. إنها في الحقيقة جمجمة *Thylacinus*، "الذئب التازمانيّ الجِرابيّ". إن الـ *Thylacinus* والكلاب الحقيقيين (على سبيل المثال كلاب الدنجو، والذين تنافسوا معها في أستراليا وتازمانيا) قد تلاقيا على شكل جمجمة متشابه جداً بسبب أن لديهما (أو يا للحسرة كان لديه في حالة الـ*Thylacinus* سيء الحظ) نمط حياة متشابه.

[1] دويبة صغيرة من كثيرات الأرجل إذا لمسها المرء اجتمعت مثل حبة أو شيء منطوٍ_قاموس المورد



Thylacinus الثعلب الجرابي أو النمر التازماني

لقد أشرت من قبل إلى الحياة الحيوانية الرائعة للثدييات الجرابية لأستراليا، في الفصل الذي تحدث عن التوزع الجغرافي للحيوانات. إن النقطة وثيقة الصلة لهذا الفصل هي التقاربات المتكررة بين هذه الجِرابيات والتنوع الكبير من المجموعات ضمن الثدييات المشيمية (أي غير الجرابية)، والتي تهيمن على باقي أنحاء العالم. كل ثديي جرابي في الصورة التوضيحية التالية رغم كونه أبعد ما يكون عن التطابق، حتى في السمات الظاهرية، فإنه مشابه على نحو كافٍ لمكافئه المشيمي، أي الثديي المشيمي الذي يمارس أقرب ما يكون نفس "الوظيفة"، مما يثير إعجابنا. لكنه يقيناً ليس متشابهاً على نحوٍ كافٍ ليوحي بـ"الاستعارة" من قِبَل خالق.



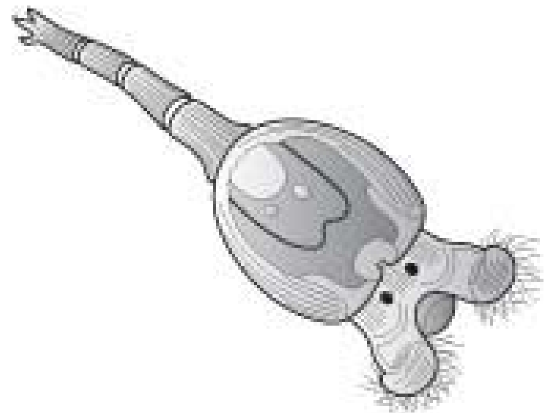
مجموعات متقابلة من المشيميات والجِرابيات

إن الخلط الجنسي للجينات في حوض جيني يمكن أن يُعتبَر كنوعٍ من استعارة أو مشاركة "الأفكار" الجينية، لكن إعادات الاتحادات الجنسية مقصورة ضمن النوع الواحد ولذلك غير ذات صلة بهذا الفصل، والذي هو عن المقارنات بين الأنواع، كمثالٍ، المقارنات بين ثدييات جرابية ومشيمية. على نحوٍ مثير للاهتمام، فإن استعارة عالية المستوى للـDNA منتشرة بين البكتيريا. في عملية تعتبر أحياناً كنوع من بادرة للتكاثر الجنسي، تتبادل البكتيريا_حتى سلالات البكتيريا ذوات القرابة البعيدة_"الأفكارَ الجينية" بحيوية غير تمييزية. "استعارة الأفكار" هي بالفعل إحدى الأساليب الأساسية التي تلتقط بها البكتيريا "الحيلَ" المفيدة مثل مقاومة مضادات حيوية معينة.

تُدعى الظاهرة غالباً باسم لا يساعد، هو "التحويل". ذلك لأن عندما اكتُشِفَ عام ١٩٢٨ من قِبَل Frederick Griffith، لم يكن أحد يعرف بالحمض النوويّ DNA. ما اكتشفه Griffith كان أن سلالة غير فتاكة من *Streptococcus* يمكن أن تلتقط الفتك [*الخطورة*] من سلالة مختلفة تماماً، حتى لو كانت تلك السلالة الفتاكة ميتة. في العصر الحاضر سنقول أن السلالة غير الفتاكة دمجت في جينومها بعض الحمض النووي من السلالة الفتاكة الميتة (فالـDNA لا يفرق معه كونه "ميتاً"، فهو مجرد معلومات مشفرة. وبلغة هذا الفصل "استعارت" السلالة غير الفتاكة "فكرة" جينية من السلالة الفتاكة. بالتأكيد، فإن استعارة البكتيريا للجينات من بكتيريا أخرى أمر مختلف تماماً عن استعارة مصمِّم أفكارَه الخاصة به من "أحد المواضيع" وإعادة استعمال الموضوع في موضوع آخر. مع ذلك، فإنها مثيرة للاهتمام، لأنها لو كانت شائعة في الحيوانات كما هو في البكتيريا، لكانت جعلت من الأصعب تفنيد فرضية "المصمِّم المستعير". ماذا لو تصرفت الخفافيش والطيور كالبكتيريا في هذا المجال؟ ماذا لو أمكن لكميات كبيرة من جينوم الطائر أن ينتقل إلى الجانب الآخر_ربما بعدوى بكتيرية أو ڤيروسية_وينزرع في جينوم خفاش؟ ربما قد ينبت نوع واحد من الخفافيش فجأة ريشاً، فتكون معلومات الـDNA المشفِّر للريش قد استُعيرَت في نسخة جينية من (نسخ ولصق) الكمبيوتر.

ففي الحيوانات_خلافاً للبكتيريا_يبدو أن انتقال الجين مقتصر تماماً على الاجتماع الجنسي ضمن النوع. في الواقع، يمكن أن يُعرَّف النوع تقريباً كمجموعة من الحيوانات تتشارك في الانتقال الجيني ضمن أنفسها. حالما تُعزَل مجموعتان سكانيتان لنوع لمدة طويلة كفايةً بحيث لا يمكنهم من بعد تبادل الجينات جنسياً (عادةً بعد فترة بدئية من العزلة الجغرافية المفروضة، كما رأينا في الفصل التاسع)، فإننا نُعرِّفهما حينئذٍ كنوعين منفصلين، ولن يتبادلا مجدداً أبداً الجينات، ما خلا تدخل مهندسي الجينات البشر. يعرِف زميلي Jonathan Hodgkin_أستاذ الوراثة بجامعة أوكسفورد_ثلاثة استثناآت مجربة على قاعدة أن الانتقال الجيني ينحصر ضمن النوع. هم الديدان الخيطية، وذباب الفاكهة، وعلى نحو أكبر في bdelloid rotifers.

هذه المجموعة الأخيرة مثيرة للاهتمام بشكل خاص، لأنها على نحو فريد بين التصنيفات الرئيسية لحقيقيات النواة eucaryotes، ليس لديها جنس. هل يمكن أن يكون الأمر أنها أمكنها الاستغناء عن الجنس لأنها قد عادت إلى الطريقة البكتيرية القديمة لتبادل الجينات؟



Bdelloid rotifer

يبدو أن الانتقال الجيني بين الأنواع أكثر شيوعاً في النباتات. إن النبات المتطفل الهالوك dodder (*Cuscuta*) يمنح جينات للنبات المتطفَّل عليه الذي يلتف حوله[١].

أنا متردد بشأن سياسات الأغذية المعدلة جينياً، ممزَّقاً [متحيِّراً] ما بين الفوائد الممكنة للزراعة من جانب والبديهيات الوقائية على الجانب الآخر. لكن حجة واحدة لم أسمع بها من قبل تستحق إشارة مختصرة. ففي العصر الحالي نحن نلعن الطريقة التي أدخل بها أسلافنا أنواعاً من الحيوانات إلى الأراضي الغربية لمجرد طرافة الأمر. فالسنجاب الأمِركي الرمادي جلبه إلى بريطانيا دوق سابق لـ Bedford، نزوة طائشة نعتبرها الآن غير مسؤولة على نحوٍ كارثيّ[٢]. إنه لمن المثير للاهتمام التساؤل ما إذا كان علماء تصنيف المستقبل قد يأسفون للطريقة التي عبث بها جيلنا بالجينومات: كمثال، نقل جينات "مضادة للتجمد" من سمكة قطبية جنوبية إلى طماطم لحمايتها من التجمد. إن جيناً يعطي قناديل البحر توقداً مستشعاً قد استعاره العلماء منها وأدخلوه في جينوم البطاطس، أملاً في جعلها تضيء عندما تحتاج الري. لقد قرأت حتى عن "فنان" صمَّم "تركيباً" يتألف من كلاب مضيئة، متوقدة بمساعدة جينات قنديل البحر. إن مثل هذا الفِسق العلمي باسم "الفن" المدَّعَى يؤذي كل أحاسيسي. لكن هل يمكن أن يصل الضرر إلى حدٍ أبعد؟ هل يمكن أن تقوض هذه النزوات الطائشة صلاحية الدراسات المستقبلية للعلاقات التطورية؟ في الحقيقة أشك في ذلك، لكن ربما تستحق المسألة على الأقل عرضها للمناقشة، في روح وقائية. فرغم كل شيء، فإن كل جوهر المبدأ الوقائي هو تجنب العواقب الغير مباشرة المستقبلية للاختبارات والأفعال التي قد لا تكون خطيرة على نحو واضح الآن.

---

[1] اعتاد علماء الأحياء على ذكر الهيموجلوبين النباتي كمثال محتمل على استعارة الـDNA من قِبَل النباتات من مملكة الحيوانات. فالنباتات من أسرة البازلاء (البقوليات) [نباتات كالبسلى والفاصولياء لها بذور في قرون أو جرابات_م] لديها على جذورها عجيرات [عقد صغيرة]، تسكن بها بكتيريا تلتقط النيتروجين من الهواء وتجعله متاحاً للنباتات. هذا سبب إدراج المزارعين غالباً لمحصول بقوليّ_كالبرسيم أو البيقة [الجلبان أو اللبين-نبات علفي] في دوراتهم الزراعية. فهي تضع نيتروجيناً قيماً في التربة، خاصةً لو حُرِث محصول الجلبان. إن العجيرات محمرة اللون لأنها تحتوي على شكل من الهيموجلوبين مشابه للجزيء الناقل للأوكسوجين الذي يجعل دمنا أحمر. إن جينات صنع الهيموجلوبين في جينوم النبات، لا الجينوم البكتيري. إن الهيموجلوبين هام للبكتيريا، والتي تحتاج الأوكسوجين، ويمكن اعتبار الأمر جزءً من الصفقة بين البكتيريا والنباتات: تعطي البكتيريا للنباتات نيتروجيناً صالحاً للاستعمال، بينما تعطي النباتات للبكتيريا مأوى، أو أوكسوجيناً صالحاً للاستعمال موزعاً من خلال الهيموجلوبين. وحيث أننا معتادون على ربط الهيموجلوبين ذهنياً مع دمائنا، فقد كان طبيعياً أن نتساءل ما إذا كان جينُ صنعِه قد "استُعير" بطريقة ما من جينوم حيواني، ربما منقولاً ببكتيريوم (مفرد بكتيريا)، لقد كانت ستكون بالفعل فكرة قيمة للـ"استعارة"، لكن للأسف بالنسبة لهذه الفكرة الشيقة، فقد أثبت الدليل البيولوجي الجزيئي أن جزيئات الهيموجلوبين هي سكان قدماء في الجينومات النباتية. إنها ليست مستعارة. لقد كانت موجودة منذ الأزمنة العتيقة.

[2] قد تتكاثر الأنواع المجلوبة إلى بيئات غير بيئاتها الأصلية على نحو يهدد البيئة وباقي الأنواع، ومسببة الضرر للأنواع والتوازن البيئي، ولعل كتاب (لماذا التطور حقيقة) قد تكلم عن حالات خطرة مثل حالة الإجاص الشائك في أستراليا، والضفدع السام الذي جُلِب إلى مكان غير موطنه فاستفحل تكاثره...إلخ انظر الفصل عن (التوزع الجغرافي الحيوي للكائنات) به_المترجم

القشريات

لقد بدأت هذا الفصل بالهيكل العظمي الفقاري، والذي هو مثال محبب لنموذج ثابت يربط تفاصيل متغيرة. أي مجموعة رئيسية أخرى تقريباً من الحيوانات ستُظهِر نفس نوع الشيء. سأتناول مثالاً مفضلاً واحداً فقط: القشريات عشرية الأرجل، المجموعة التي تتضمن الكركند [*الإستاكوزا، الروبيان*] والقريدس [*الجمبري*] والسلطعون [*السرطان أو الكابوريا*] والسرطان الناسك (والذي هو بالمناسبة ليس سرطاناً، وهو قشريّ يعيش في الأصداف المهجورة من الرخويات). إن تصميم الجسم لكل القشريات هو نفسه. فبينما يتألف هيكلنا العظمي الفقاري من عظام صلبة داخل جسد طريّ بخلافه، فإن للقشريات هيكلاً خارجياً يتألف من قنوات صلبة يحفظ ويحمي الحيوان بداخله أجزاءه الضئيلة الطرية. إن القنوات الصلبة موصولة وذات مفاصل [*متمفصلة*]، في شيء أشبه بنفس الطريقة التي عليها عظامنا. تفكر_كمثال_في المفاصل الدقيقة في أرجل السلطعون أو الكركند، والمفصل الأغلظ الخاص بالمخلب. إن العضلات التي تشغِّل حركة القَرْص بجراد بحر كبير بداخل القنوات التي تُكوِّن المخلب. إن العضلات المكافئة ليد الإنسان عندما تقرص هي شيء متصل بالعظام الممتدة على طول الإصبع الوسطى والإبهام.

وكالفقاريات_لكن وبخلاف قنافذ البحر وقناديل البحر اللافقارية_فإن القشريات متماثلة اليسار واليمين، مع سلسلة من الفصوص تمتد على طول الجسم من الرأس إلى الذيل. إن الفصوص هي نفسها كبعضها الآخر في تصميها الأساسي، لكن كثيراً ما تختلف في التفاصيل. كل فص يتألف من قناة قصيرة متصلة بالفصين المجاورين الآخرين، إما بصلابة أو بمفصل. وكما في الفقاريات، تُظهِر الأعضاء والأجهزة العضوية نمطاً متكرراً كلما تحركتَ بناظريك من الأمام إلى الخلف. كمثال، فإن الجذر العصبي الرئيسي، والذي يمتد على طول الجسم على الجانب البطني (لا الجانب الظهري، كما يفعل العمود الفقري في الفقاريات)، له زوج من العقد ganglia (نوع من الأمخاخ الصغيرة[1]) في كل فص، واللتان منهما تتفرع أعصاب تمد الفص. معظم الفصوص لديها طرف على كل جانب، كل طرف يتألف مجدداً من سلسلة من القنوات متصلة بمفاصل. تنتهي الأطراف القشرية عادةً بتفرع ثنائي الاتجاه، والذي في الكثير من الحالات يمكنك أن تدعوه مخلباً. إن الرأس مكوَّن من فصوص أيضاً، رغم أنه_كما في الرأس الفقاري_أكثر خفاءً هنا من باقي الجسم. وهناك خمس أزواج من الأطراف تندس في الرأس، رغم أنه قد يبدو غريباً قليلاً تسميتها أطرافاً حيث قد عُدِّلَت لتصير مجسات أو مكونات رئيسية لأدوات الفك. لذلك تدعى عادةً لواحق بدلاً من أطراف! على نحو ثابت تقريباً، تتألف الخمس لواحق الفصوصية للرأس_بدءً

[1] إنها حقيقة عمية غير مشهورة أن بعض الديناصورات كان لديها عقدة ganglion في تجويف الحوض، والتي كانت كبيرة للغاية (على الأقل بالنسبة إلى حجم المخ في الرأس) بحيث استحقت تقريباً لقب مخٍ ثانٍ. وهذا ما ألهم الكاتب الأمركي الساخر Bert Leston Taylor (١٨٦٦-١٩٢١) قصيدة طريفة على نحو مبهج بأسلوب الزجل:

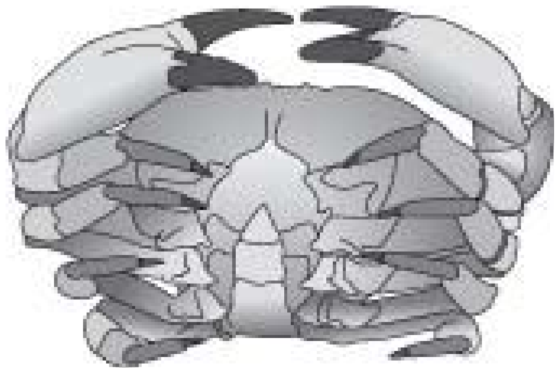
Behold the mighty dinosaur,Famous in prehistoric lore,Not only for his power and strengthBut for his intellectual length.You will observe by these remainsThe creature had two sets of brains –One in his head (the usual place),The other at his spinal base, Thus he could reason *A priori*As well as *A posteriori*.No problem bothered him a bitHe made both head and tail of it.So wise was he, so wise and solemn,Each thought filled just a spinal column.If one brain found the pressure strongIt passed a few ideas along.If something slipped his forward mind'Twas rescued by the one behind.And if in error he was caughtHe had a saving afterthought.As he thought twice before he spokeHe had no judgment to revoke.Thus he could think without congestionUpon both sides of every question.Oh, gaze upon this model beast,Defunct ten million years at least.

[هنا يورد قصيدة هزلية عن الديناصور الحكيم الذي لديه مخان أحدهما برأسه والآخر بقاعدته الفقارية يستعملهما لحل مشاكله فلا تستعصي عليه مشكلة، ولو أخطأ في حل مشكلة بمخه يستدرك الأمر مخه الآخر فهو يفكر في الأمور مرتين، خلاصة الأمر هذا هزل أما الجد في الأمر أنه في الغالب استُعملت العقدة للتحكم في الذيل الذي كان ذا أدوار هامة له- م].

من الأمام_من المجسين الأولين، المجسين الثانيين، الفكين السفليين، الفكين العلويين الأولين، الفكين العلوين الثانيين. يقوم المجسان الأول والثاني في الأغلب بالإحساس بالأشياء، أما الفكوك السفلية والعلوية فعملها المضغ، أو الطحن أو بعبارة أخرى معالجة الطعام. كلما استمررنا في النظر إلى الخلف أكثر على طول الجسد، [نرى أن] اللواحق أو الأطراف المفصَّصة متنوعة تماماً، فالأواسط غالباً ما تتألف من أرجل المشي، بينما المتفرعة من أبعد الفصوص غالباً ما تُستعمَل في أداء أشياء أخرى كالسباحة.

في جراد البحر أو الجمبري، بعد الخمس لواحق الرأسية المفصصة المعتادة، تكون أول لاحقتين مفصصتين للجسد هما المخلبان. والأربع أزواج التالية هي أرجل المشي. إن الفصوص الحاملة للمخلبين وأرجل المشي محزومة سوياً كأنها صدر. يُدعى باقي الجسد البطن، إن فصوصه_على الأقل حتى تصل إلى الطرف المستدق لمؤخر الجسد_هي "لواحق السباحة"، وهي لواحق خفيفة تساعد على السباحة، على نحو هام تماماً بالتالي في بعض أنواع الروبيانات الرشيقة على نحو مرهف.

أما في السرطانات [*الكابوريات*]، فقد اندمجت الرأس والصدر في وحدة واحدة كبيرة، متصل بها كل العشرة أزواج أطراف الأولى. أما البطن فمدارة إلى الناحية الأخرى تحت فص الرأس/الصدر، بحيث لا يمكنك رؤيتها من الأعلى على الإطلاق. لكن لو قلبت السرطان، فستستطيع رؤية النمط الفصوصي للبطن بوضوح. تعرض الصورة أدناه البطن الضيق النمطي لذكر سرطان. أما بطن الأنثى فأعرض وتشبه مئزراً، والتي تُدعى فعلاً كذلك.



ذكر سلطعون [*سرطان، كابوريا*] يُظهِر بطناً ضيقاً مداراً إلى الخلف

أما السرطان الناسك hermit crabs فغير مألوف في أن بطنه غير متماثلة (لتتلاءم مع صدفة الكائن الرخوي الفارغة التي هي مسكنه)، وهو طريّ وغير مدرع (لأن صدفة الكائن الرخوي تقدم الحماية).

للحصول على فكرة عن بعض الأساليب الرائعة التي عُدِّلَت بها أجساد القشريات في كل تفصيلة، بينما تخطيط الجسد نفسه غير مُعدَّل على الإطلاق، انظر إلى مجموعة الرسومات أدناه، المرسومة من قِبَل عالم الحيوان الشهير من القرن التاسع عشر Ernst Haeckel، ربما أحد أكثر تلاميذ دارْوِن تكرساً له في ألمانيا، (رغم أن هذا التكرس لم يكن متبادلاً، لكن حتى دارْوِن كان سيكون بالتأكيد معجباً بفن الرسم عند Haeckel). كما فعلنا تماماً مع الهيكل العظمي الفقاري، انظر إلى كل جزء جسدي من هذه السرطانات والـcrayfish (إستاكوزا المياه العذبة، قشري شبيه بالروبيان يعيش في المياه العذبة)، وانظر كيف يمكنك_بلا شك_إيجاد مجموعتها المقابلة المعينة في كل الباقين. إن كل جزء من الهيكل الخارجي متصل بنفس الأجزاء، لكن شكل الأجزاء نفسها مختلف جداً. مرة أخرى، فإن

"الهيكل" ثابت، بينما أجزاؤه أبعد ما تكون عن الثبات. ومرة أخرى فإن التفسير الواضح_سأقول المعقول الوحيد_هو أن كل هذه القشريات قد ورثت تخطيط هيكلها من سلف مشترك. لقد شكّلوا الأجزاء الفردية إلى تنوع ثري من الأشكال. لكن التخطيط نفسه يظل التخطيط ذاته كما وُرِثَ من السلف المشترك.



رسومات Ernst Haeckel، والذي كان عالم حيوان متميز وفنان علم حيوان بارع

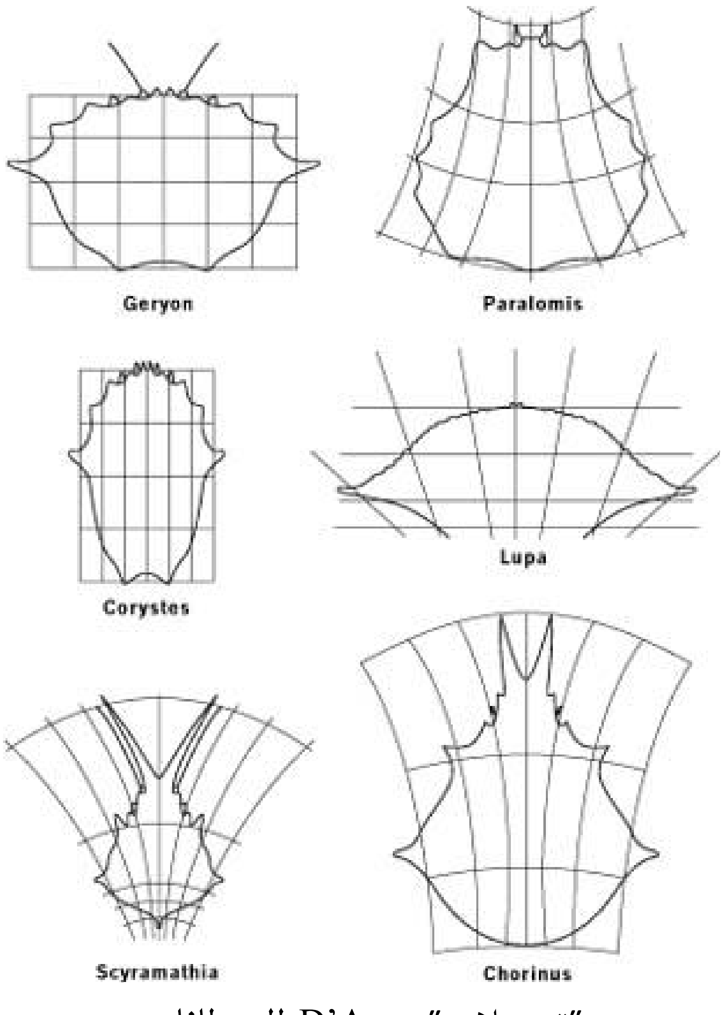
ما الذي كان يمكن أن يفعله D'Arcy Thompson لو كان لديه كمبيوتر في عصره؟

في عام ١٩١٧م، كتب عالم الحيوان الإسكتلندي الشهير D'Arcy Thompson[1] كتاباً يدعى (عن النمو والشكل)، في الفصل الأخير منه قدَّم "وسيلة التحويلات" الشهيرة الخاصة به. كان يرسم حيواناً على ورقة رسم بياني، ثم يُحرِّف ورقة الرسم البياني بأسلول محدد رياضياً، ثم يُظهِر أن شكل الحيوان الأصلي قد تحول إلى آخر، إلى حيوان ذي قرابة. يمكنك أن تفكر في ورقة الرسم البياني الأصلية كقطعة من المطاط، ترسم عليها حيوانك الأول. ثم ستكون ورقة الرسم البياني مكافئة لنفس قطعة المطاط، ممطوطة أومسحوبة من الشكل وفق أسلوب معين رياضياً. على سبيل المثال، أخذ ستة أنواع من السرطانات ورسم واحداً منها، هو الـ*Geryon*، على ورقة رسم بياني اعتيادية (باعتبارها صفحة المطاط غير المحرَّفة). ثم حرَّف "صفحته المطاطية" حسابياً إلى خمس أشكال مستقلة، ليحقق تمثيلاً تقريبياً للخمس أنواع الأخرى من السرطانات. لا تهمنا تفاصيل الرياضيات، رغم أنها فاتنة. ما يمكنك أن تراه بوضوح أن الأمر لا يحتاج

[1] لقد كان D'Arcy بالتأكيد أحد أكثر العلماء اطلاعاً على الإطلاق، لم يكتب فقط بإنجليزية جميلة على نحو ممتاز ذات سمة أرستقراطية، ولم يكن فحسب عالم رياضيات وعالماً كلاسيكياً منشوراً له وكذلك أستاذاً للتاريخ الطبيعي في أقدم جامعات إسكتلندا. إن كتابه مزدان بالاقتباسات، التي افترض أنه لا يحتاج إلى ترجمتها (كم تغير الزمن) باللاتينية واليونانية والإيطالية والألمانية والفرنسية وحتى البروڤنسالية (هذه الأخيرة تلطّف بترجمتها، إلى الفرنسية!)

الكثير لتحويل سرطان إلى نوعٍ آخر. لم يكن D'Arcy نفسه مهتماً جداً بالتطور، لكن من السهل علينا تصور ما على الطفرات الجينية أن تفعله لكي تُحدِث تغيراتٍ كهذه. هذا لا يعني أن علينا التفكير في الـ*Geryon*_أو أي نوع آخر من هذه السرطانات الستة_على أنها سلفية للأخرى. لا أحد منها كان كذلك، وعلى أية حال ليست تلك هي المسألة. المسألة هي أنه أياً ما كان قد بدا عليه السرطان السلفي، فإن التحويلات من هذا النوع يمكن أن تُغيِّر أي واحد من هذه الأنواع الست (أو السلف الافتراضي) إلى أي نوع آخر.

لا يحدث التطور أبداً بتناول شكل بالغ والتلاعب فيه إلى شكل آخر. تذكر أن كل بالغ ينمو كجنين. إن الطفرات المنتخبة تعمل في الجنين المتنمي بتغيير معدل نمو بعض أجزاء من الجسم بالنسبة إلى الأجزاء الأخرى. في الفصل السابع فسّرنا تطور الجمجمة البشرية كسلسلة من التغيرات في معدلات نمو بعض الأجزاء بالنسبة إلى الأجزاء الأخرى، تتحكم فيها الجينات في الجنين المتنمي. لذلك، ينبغي أن نتوقع أننا لو رسمنا جمجمة بشرية على صفحة من "المطاط الحسابي"، سيكون ممكناً تحريف المطاط بطريقة دقيقة رياضياً وتحقيق تشابه تقريبي مع جمجمة قريب وثيق، مثل الشيمبانزي، أو ربما_مع تحريف أكبر_قريب أبعد مثل البابون. وهذا بالضبط ما أثبته D'Arcy. لاحِظ مرةً أخرى أنه كان قراراً اعتباطياً منه حين رسم الجمجمة البشرية أولاً، ثم حوَّلها إلى الخاصتين بالشيمبانزي والبابون. فقد كان يمكنه على نحوٍ مساوٍ تماماً أن يرسم أولاً_مثلاً_جمجمة شيمبانزي ثم يحسب التحريفات اللازمة لجعلها الخاصة بالبشر أو البابون. أو على نحو أكثر إثارة للاهتمام بالنسبة لكتاب عن التطور_بينما لم يكن كتابه كذلك_فلربما كان سيرسم_مثلاً_جمجمة *Australopithecus* [القرد البشراني الجنوبي] أولاً على "المطاط" غير المحرَّف، ثم يحسب كيفية تحويله لعمل جمجمة بشر حديث. هذا كان سيصلُح تماماً مثل الصور أدناه، وسيكون هذا ذا معنى تطوري بأسلوب أكثر مباشرةً.



"تحويلات" D'Arcy للسرطانات



"تحويلات" D'Arcy لجماجم بعض الرئيسيات

في بداية هذا الفصل قدمتُ فكرة (التناظر) مستخدماً أذرع الخفافيش والبشر كمثال. فسمحت لنفسي باستعمالٍ تخصيصيٍّ للغة، فقلت أن الهياكل العظمية متطابقة بينما العظام مختلفة. تزودنا تحويلات D'Arcy بطريقة لجعل هذه الفكرة أكثر دقة. في هذه الصيغة يكون عضوان_مثلاً يد البشر ويد الوطواط_متناظرين لو كان ممكناً رسم أحدهما على صفحة من "المطاط" ثم تحريف المطاط لعمل الآخر. لدى علماء الرياضيات مصطلح لهذا هو (متشابه الشكل)[1] *أو التركيب* homeomorphic.

أدرك علماء الحيوان التناظر في عصور ما قبل دارْوِن، وكان علماء ما قبل نظرية التطور سيضعون جناحي الخفاش ويدي الإنسان_مثلاً_ على أنهما متناظران. لو كانوا عرفوا رياضيات على نحو كافٍ، لكانوا سيكونون سعداء باستعمال المصطلح (متشابه التركيب). أما في العصور ما بعد دارْوِن، عندما صار مقبولاً عموماً أن الخفافيش والبشر يتشاركون سلفاً مشتركاً، بدأ علماء الحيوان في تعريف التناظر homology بمصطلحات تطورية. إن التشابهات التناظرية homologous هي الموروثة من السلف المشترك. أما مصطلح (التشابهية) analogous فيُستعمَل للتشابهات بسبب الوظيفة المشتركة، لا سلسلة النسب. على سبيل المثال، يوصَف جناح الوطواط وجناح الحشرة على أنهما متشابهان، كمقابل لجناح الوطواط وذراع الإنسان المتناظرين. لو أردنا استعمال التناظر كدليل على التطور، فلا يمكننا استعمال التطور لتعريفه. لذلك من أجل هذا الغرض، فإنه ملائمٌ أن نعود إلى التعريق قبل التطوري للتناظر. إن جناح الخفاش وذراع الإنسان متشابها التركيب: يمكنك تحويل أحدهما إلى الآخر بتحريف "المطاط" المرسوم عليه. لا يمكنك تحويل جناح خفاش إلى جناح حشرة بهذه الطريقة، لعدم وجود أجزاء مقابلة. إن الوجود واسع الانتشار للتشابهات الشكلية [التركيبية]، غير المعرَّفة بمصطلحات التطور، يمكن أن يُستعمَل كدليل على التطور. إنه لسهل رؤية كيف يمكن أن يعمل التطور على أي ذراعٍ فقاريٍّ ويحوله إلى ذراع أي فقاريٍّ آخر، ببساطة بتغيير المعدلات النسبية للنمو في الجنين.

منذ أصبحتُ ملماً بالكمبيوترات كخريج جامعي في ستينيات القرن العشرين، تساءلتُ ماذا كان يمكن أن يفعل D'Arcy Thompson بكمبيوتر. صار السؤال ملحاً في ثمانينيات القرن العشرين عندما أصبحت الكمبيوترات ذات السعر ممكن الشراء ذات الشاشات (كمقابل لمجرد طابعات أوراق) شائعة. إن الرسم على "مطاط ممطوط" ثم تحريف سطح الرسم بأسلوب رياضي، هو مجرد طلب بسيط بالنسبة للمعالجة الكمبيوترية! اقترحت على جامعة أوكسفورد أنها ينبغي أن تطلب منحة لتوظيف مبرمج لوضع تحويلات D'Arcy على شاشة كمبيوتر، وجعلِها متاحة بأسلوب سهل للمستخدم. حصلنا على المال، ووظّفنا Will Atkinson، مبرمج من الدرجة الأولى وعالم أحياء، والذي أصبح صديقاً وناصحاً لي في مشاريعي البرمجية الخاصة. حالما حل صعوبة برمجة إمكانات تقنية ثرية للتحريفات الرياضية للـ"مطاط"، أصبحت مهمة بسيطة نسبياً له أن يدمج هذا السحر الرياضي في برنامج انتخاب اصطناعي من نمط الأشكال

[1] بتوضيح أكثر مباشرةً يكون شكلان متشابهي الشكل لو أمكنك تحريف أحدهما ليصبح الآخر بدون كسره، وبدون أي لمسات جديدة.

الأحيائية biomorph، مشابه لبرامجي للأشكال الحيوية الخاصة بي، الموصوفة بهذا الكتاب في الفصل الثاني. وكما في برامجي، يقابل "اللاعب" شاشة مليئة بالأشكال الحيوانية، ويُدعَى لاختيار أحدهم للـ"تربية"، جيلاً بعد جيل. مرة أخرى هناك "جينات" برمجية تستمر عبر الأجيال، ومرة أخرى تؤثر "الجينات" على شكل "الحيوانات" المبرمجة. لكن في هذه الحالة، فإن الأسلوب الذي تؤثر به "الجينات" على شكل "الحيوانات" البرمجية يكون بالتحكم في تحريف "المطاط" الذي قد رُسِم عليه شكل حيوان. لذلك_نظرياً_ينبغي أن يكون ممكناً أن نبدأ بجمجمة *Australopithecus* مرسومة على "مطاط" غير محرَّف، وتربيها عبر طريقك خلال كائنات ذات قحوف أدمغة أكبر وخطوم أقصر بتقدم تدريجي، وأكثر شبهاً بالبشر بتقدم تدريجي، بعبارة أخرى: فعملياً ثبت أنه عسير للغاية القيام بأي شيء كذلك، وأعتقد أن هذه الحقيقة_في حد ذاتها_مثيرة للاهتمام.

أعتقد أن أحد أسباب صعوبة هذا_مرة أخرى_هو أن تحويلات D'Arcy تغيِّر شكلاً بالغاً إلى شكل بالغ آخر. وكما شدّدت في الفصل الثامن فإن تلك ليست الكيفية التي تعمل بها الجينات في التطور. إن كل حيوان فرد له تاريخ تنموي [جنيني]. فهو يبدأ كجنين وينمو، بنمو غير متناسب للأجزاء المختلفة للجسد، إلى بالغ. إن التطور ليس تحريفاً متحكماً به جينياً لشكل بالغ واحد إلى آخر، بل هو تغيير متحكَّم به جينياً في برنامج تنموي [جنيني]. لقد أدرك Julian Huxley[1] هذا عندما_بُعَيْدَ نشر أول إصدار لكتاب D'Arcy_عدَّل (طريقة التحويلات) ليدرس طريقة تحول الأجنة المبكرة إلى أجنة متقدمة أو بالغين. ذلك هو كل ما أريد قوله هاهنا عن طريقة تحويلات D'Arcy Thompson. سأعود إلى هذا الموضوع في الفصل الأخير، لأجل نقطة ذات علاقة.

لقد قيل دوماً أن الأدلة المقارَنة_كما اقترحت في بدء هذا الفصل_أكثر إقناعاً من الدليل الحفري في صالح حقيقة التطور. لقد تبنى دارْوِن نفسه رأياً مشابهاً، عند نهاية الفصل ١٤ عن (الصلات المشتركة للكائنات المتعضية):

"ختاماً، فإن المجموعات المتعددة المختلفة من الحقائق التي تم النظر فيها في هذا الفصل، تبدو لي أنها تعلن بوضوح تام، أن الأنواع والأجناس والفصائل التي تُحصى، والتي تعمُر هذا العالَم قد تحدرت_كلٌ ضمن الطائفة أو المجموعة الخاصة به_من أسلاف مشتركة _قد عُدِّلَت كلها في سياق التحدر، لدرجة أني ينبغي بلا تردد أن أن أتبنى هذا الرأي، حتى لو كان غير مدعوم بأي حقائق أو براهين أخرى."

المقارنات الجزيئية

إن ما لم يعرفه دارْوِن_لم يستطع معرفته–أن الأدلة المقارنة تصبح أكثر إقناعاً عندما نُضمِّنها علم الوراثة [الجينات] الجزيئي، بالإضافة إلى المقارنات التشريحية التي كانت متاحة له.

---

[1] عالم أحياء متميز ومن مؤسسي المذهب الإنساني humanism، له عدة كتب في الأحياء وفي المذهب الإنساني، وهو حفيد توماس هكسلي Thomas Huxley صديق دارْوِن، وأخو ألدوس هكسلي Aldous الروائي مؤلف عالم جديد شجاع.

تماماً مثلما أن الهيكل العظمي الفقاري ثابت خلال كل الفقاريات بينما تختلف العظام الفردية، وتماماً مثلما أن الهيكل الخارجي للقشريات ثابت خلال كل القشريات بينما تتنوع القنوات الفردية، كذلك شفرة الـDNA [*الحمض النووي منزوع الأكسوجين*] ثابتة خلال كل الكائنات الحية، بينما الجينات نفسها تتنوع. هذه حقيقة مذهلة، تبرهن على نحو أكثر وضوحاً من أي شيء آخر أن كل الكائنات الحية متحدرة من سلف واحد. لكن ليس فقط الشفرة الجينية نفسها، بل كل النظام الجينيّ/البروتينيّ لإدارة الحياة_والذي تناولناه في الفصل الثامن_هو نفسه في كل الحيوانات والنباتات والفطريات والبكتيريا والبدئيات[1] archaea والڤيروسات. ما يتنوع هو المكتوب في الشفرة، لا الشفرة نفسها. وعندما ننظر على نحو مقارن على ما هو مكتوب في الشفرة_التسلسلات الجينية الفعلية في كل هذه الكائنات المختلفة_نجد نفس النوع من شجرة التشابه التراتبية. نجد نفس شجرة العائلة_ولو أنها تعرض هذا على نحو أكثر شمولاً ووضوحاً_كما وجدنا في الهيكل العظمي الفقاري، والهيكل الخارجي القشري، وفي الواقع كل نمط التشابهات التشريحية خلال كل ممالك الكائنات الحية.

إن أردنا أن نحدد مدى درجة علاقة أي نوعين، مثلاً درجة علاقة القنفذ إلى القرد، فإن الحل المثالي سيكون النظر إلى كامل النصوص الجزيئية لكل جين خاص بكلا النوعين، ومقارنة كل صغيرة وكبيرة، كما قد يقارن عالِم كتابيّ مخطوطتين أو مزقتين من سِفر إشعيا. لكن هذا يستلزم وقتاً مديداً ومكلف. لقد استغرق مشروع الجينوم البشري حوالي عشرة سنوات، ممثلاً الكثير من أعمار البشر. ورغم أنه سيكون ممكناً الآن تحقيق نفس النتيجة في جزء قليل من الزمن، فستظل مهمة كبيرة ومكلفة، القيام بشيء مثل مشروع جينوم القنفذ. إن فك الشفرة الكامل للجينوم البشري هو_مثل الهبوط على قمر كوكب أبولّو، وكمُسارِع الهادرون الكبير الذي تم تشغيله في جنيڤ بينما أكتب[2]_أحد هذه الإنجازات التي تجعلني فخوراً لكوني إنساناً. أنا مبتهج أن مشروع جينوم الشيمبانزي قد أُنْجِزَ الآن بنجاح، ونفس الأمر للعديد من الأنواع الأخرى. إن يستمر معدل التقدم الحالي (انظر قانون Hodgkin أدناه)، فسيصبح قريباً محتملاً اقتصادياً أن نسلسل جينومي كل نوعين نريد أن نقيس درجة قرابتهما. في غضون انتظار ذلك، بالنسبة للجزء الأكثر من الأنواع علينا أن نلجأ إلى أخذ عينات لأجزاء معينة من جينوماتها، وهذا يصلح على نحو جيد تماماً.

يمكننا أخذ العينات بتحديد جينات قليلة مختارة (أو بروتينات، والتي تُتَرجَم تسلسلاتها مباشرةً من الجينات) ومقارنتها عبر الأنواع. وهو ما سأتناوله بعد دقيقة. لكن هناك وسائل أخرى للقيام بأخذ عينات بأسلوب بسيط تلقائي، وقد كانت التقنيات للقيام بذلك متاحة منذ زمن أقدم. إن وسيلة مبكرة_والتي تعمل جيداً على نحو مدهش_هي استخدام النظام المناعي لأرانب (يمكنك في الحقيقة استعمال أي حيوان تريد، لكن الأرانب تؤدي الغرض على نحو جيد). كجزء من الدفاع الطبيعي للجسد ضد عوامل الإمراض، يصنع النظام المناعي للأرانب أجساماً مضادة ضد أي بروتين غريب يدخل مجرى الدم. فبالضبط كما يمكنك معرفة أن لديَّ سعالاً ديكياً بالنظر إلى الأجسام المضادة في دمي، كذلك يمكنك معرفة ما قد تعرض له أرنبٌ في الماضي بالنظر إلى استجابته المناعية في الحاضر. إن الأجسام المضادة الموجودة في أرنب تشكل تاريخاً للصدمات الطبيعية التي أصابت جسده، بما في ذلك البروتينات المحقونة اصطناعياً. لو حقنتَ بروتين شيمبانزي_مثلاً_في أرنب، فإن الأجسام المضادة التي يصنعها سوف تهاجم فيما بعد بالتالي نفس البروتين لو حُقِنَ ثانيةً. لكن

[1] قد تترجم كذلك إلى العتائق أو الأصليات، كائنات بدائية النواة_م.
[2] لقد أثر فيَّ كثيراً الحجم الضخم لهذا الجهد العالمي عندما زرته.

افترض أن حَقْنك التالي من البروتين المكافئ ليس من شيمبانزي، بل من جوريلا[1]؟ إن تعرض الأرنب السابق لبروتين الشيمبانزي سيُعِدُّه جزئياً ضد نسخة الجوريلا، لكن رد الفعل سيكون أضعف[2]. وسيعده أيضاً جزئياً ضد نسخة الكنغر من البروتين، لكن رد الفعل سيكون أكثر ضَعفاً، مفترضين أن الكنغر أقل درجةَ علاقةٍ بكثير إلى الشيمبانزي الذي قام بالإعداد، أقل من درجة وثاقة علاقة الجوريلا إليه. إن مدى قوة استجابة الأرنب المناعية لحقن تالٍ لبروتين هي مقياس لتشابه ذلك البروتين إلى الأصلي الذي عُرِّضَ له الأرنب أولاً. بهذه الوسيلة، استعمال الأرانب، برهن Vincent Sarich and Allan Wilson، في جامعة كاليفورنيا بـBerkeley في ستينيات القرن العشرين أن البشر والشيمبانزي أوثق علاقةً بكثير لأحدهما الآخر، أكثر مما أدرك سابقاً أي أحد آخر.

توجد وسائل أخرى أيضاً تستعمل الجينات نفسها، مقارنةً إياها عبر الأنواع مباشرةً، بدلاً من مقارنة البروتينات التي تشفرها [*الجيناتُ*_م]. إحدى أقدم هذه الوسائل وأكثرها فاعلية تُدعى تهجين الـDNA. إن تهجين الـDNA هو في العادة ما يكمن خلف تلك التصريحات التي كثيراً ما يراها المرء خلال العناوين، مثل: "البشر والشيمبانزي يتشاركون ٩٨٪ من جيناتهم". هناك بعض التشويش_ بالمناسبة_عما يُقصَد بأرقام مئوية كهذه بالضبط. ٩٨٪ من أي شيء هو المتطابق؟ إن الرقم الدقيق يعتمد على مدى كبر الوحدات التي نحصيها. إن تشبيهاً بسيطاً يجعل هذا واضحاً، وهو يفعل ذلك بأسلوب مثير للاهتمام، لأن الاختلافات بين التشبيه والشيء الواقعي كاشفة للتشابهات. افترِض أن لدينا نسختين من نفس الكتاب ونريد المقارنة بينهما. ربما مثلاً كتاب[3] دانيال، ونريد مقارنة النسخة القانونية مع مخطوطة لفافة قديمة قد اكتُشِفَت للتو في كهف مطلّ على البحر الميت. ما نسبة فصول الكتابين التي تكون متطابقة؟ على الأرجح صفر، لأن الأمر يحتاج إلى تعارض واحد فقط، في أي موضع في كل الفصل، لأن نقول أن الفصلين غير متطابقين. فمانسبة جملهم المتطابقة؟ ستكون النسبة الآن أعلى بكثير. وستكون أكثر علواً نسبة الكلمات المتطابقة، لأن الكلمات أقل حروفاً من الجمل. مما يعني فرصاً أقل لإخفاق التطابق. لكن تماثل الكلمة يظل مخفقاً لو اختلف أي حرف واحد في الكلمة. بالتالي، لو صفَفْتَ النصين جنباً إلى جنب وقارنتَ بينهم حرفاً بحرف، فإن نسبة الحروف المتطابقة ستكون أكثر علواً كذلك من نسبة الكلمات المتطابقة. من ثم فإن تقديراً مثل (٩٨٪ في العموم) لا يعني أي شيء ما لم نحدد حجم الوحدة التي نقارنها. هل نقارن الفصول أم الجمل أم الكلمات أم الحروف أم ماذا؟ والأمر نفسه ينطبق عندما نقارن الـDNA من نوعين. إن تقارِنْ كل الكروموسومات، تكن النسبة المتشارَكة صفر، لأن الأمر يحتاج فقط اختلافات ضئيلة، في موضع ما خلال الكروموسومات، لتعريفها كمختلفة.

إن الرقم المقتبس كثيراً حوالي ٩٨٪ للمادة الجينية المشتركة بين البشر والشيمبانزيات حقيقةً لا تشير إلى أرقام الكروموسومات ولا أرقام كامل الجينات، بل إلى أرقام "حروف" الـDNA (تقنياً، الأزواج القاعدية) التي تطابق بعضها الآخر ضمن الجينات الخاصة بكلٍ من الإنسان والشيمبانزي. إلا أن هناك فخاً. فلو قمتَ بالرص [للمقارنة] بسذاجة، فإن حرفاً مفقوداً (أو مضافاً)_كمقابل لحرفٍ خطإٍ في كتاب_سيجعل كل الحروف التالية غير متطابقة، لأنها من ثم سوف تصير مترنحة، بخطوة واحدة (ما لم يكن هناك خطأ في الاتجاه المضاد ليعيدهن إلى تطابق الخطوات مجدداً). إن لواضح أنه غير دقيق أن نجعل تقدير التعارضات يصير مضخماً بهذا الأسلوب. إن عيني العالِم_فاحصةً لفافتين لسِفر دانيال_تتغلب على هذا آلياً، بأسلوب يتعذر قياسه [*كمياً*]. فكيف يمكننا عمل هذا مع الـDNA؟

[1] بجيم غير معطشة، ولما كان القدماء ربما الأزهريون، وباقي العرب من خارج مصر لا ينطقون الجيم غير المعطشة، فمنذ القدم ترجموها ونطقوها غوريلا، وبالنسبة للكنجارو فقد استقرت العربية على ترجمتها إلى كنغر وتركناها كما اعتيد عليها_م.
[2] في الأول، حتى يتعمل النظام المناعي بطريقة أكثر فاعلية معه لاحقاً_م.
[3] أو سِفْر_م.

هذا هو الموضع حيث نترك تشبيهنا التمثيلي بالكتب واللفافات المخطوطة، ونذهب مباشرةً إلى الشيء الحقيقي، لأن_في الواقع_الشيء الحقيقي، الحمض النووي DNA، أسهل فهماً من التشبيه!

لو سخَّنتَ تدريجياً DNA، فهناك مرحلة تصل إليها_عند حوالي ٨٥° مئوية_عندما ينكسر الارتباط بين جديلتي اللولب المزدوج، وينفصل اللولبان. يمكنك التفكير بدرجة الـ٨٥° مئوية_أو أياً كانت درجة الحرارة التي تتضح أنها هي_كـ"مرحلة الذوبان". لو تركته يبرد مجدداً، فإن كل لولب مفرد يتحد تلقائياً مرة ثانية مع لولب مفرد آخر، أو كسراً من لول مفرد، أينما وجَد واحداً يمكنه الازدواج معه، مستعمِلاً قواعد الازدواج القاعدي المعتادة للول المزدوج. لعلك تعتقد أن هذا سيكون دائماً الشريك الذي انفصل عنه مؤخراً، والذي _بالتأكيد_يتلاءم معه على نحوٍ أمثل. في الواقع، هذا يمكن أن يحدث، لكن الأمر عادةً ليس تلك الدقة، فأجزاء الـDNA ستجد أجزاء أخرى يمكنها الازدواج معها، ولن تكون عادةً نفس الشركاء الأصليين بالضبط. وفي الواقع، لو أضفتَ أجزاء منفصلة من الـDNA من نوع آخر، فإن الأجزاء من الجدائل المفردة قادرة تماماً على الاتحاد مع أجزاء الجدائل المفردة من النوع الغلط، بنفس الأسلوب بالضبط الذي تتحد به مع جدائل مفردة من النوع الصحيح. لماذا لا ينبغي عليها ذلك؟ هذه هي النتيجة الجديرة بالملاحظة لثورة Watson and Crick في علم الأحياء الجزيئية، ألا وهي أن الـDNA هو الـDNA. إنه لا "يفرق معه" ما إذا كان DNA بشر، أم شيمبانزي، أم تفاحة. ستزدوج الأجزاء بلا مشاكل مع أجزاء متممة أينما وجدتها. ومع ذلك، فإن قوة الارتباط ليست دائماً متساوية. فإن القطع مفردة الجديلة للـDNA ترتبط بإحكام أكثر مع الجدائل المفردة الملائمة، أكثر مما تفعل مع جدائل مفردة أقل تشابهاً. هذا لأن الكثير من "حروف" الـDNA (القواعد المكتشفة على يد واتسُن وكريك) ستجد أنفسها مقابلة لشركاء لا تستطيع الازدواج معهم. بالتالي فإن ارتباط الجدائل يكون ضعيفاً، كزمام سوستة ذي أسنان مفتقَدة.

كيف سنقيس قوة الارتباط هذه، بعدما وجدت الأجزاء من أنواع مختلفة بعضها الآخر واتحدت؟ بوسيلة بسيطة على نحو مضحك تقريباً. فنحن نقيس "نقطة الذوبان" للارتباطات. لعلك تذكر أني قلت أن نقطة ذوبان الـDNA مزدوج الجديلة هي حوالي ٨٥° مئوية. هذا صحيح بالنسبة للـDNA مزدوج الجديلة على نحو ملائم، كما عندما "تُذاب" [*أو تُفَكّ*] جديلة DNA بشريّ من جديلة متممة لـDNA بشري. لكن عندما يكون الارتباط أضعف_كما عندما ترتبط جديلة DNA بشري مع جديلة DNA شيمبانزي_فإن درجة حرارة أخفض قليلاً كافية لكسر الارتباط. وعندما يرتبط الـDNA البشري مع DNA من قريب أكثر بعداً مثل سمكة أو ضفدع طين، فإن درجة حرارة أكثر انخفاضاً تكفي لفصلهما. إن الفرق بين نقطة التفكك عندما تُربَط جديلة إلى أخرى من نفس نوعها، ونقطة التفكك عندما تُربَط إلى جديلة من نوع آخر، هي مقياسنا لمدى البعد الجيني بين النوعين. كقاعدة حاكمة، فإن كل نقص بدرجة ١° في "نقطة التفكك" مكافئ تقريباً لانخفاض ١٪ في عدد حروف الـDNA المتلائمة (أو نقص ١٪ في عدد الأسنان المفقودة في زمام السوستة [*السحّاب*]).

توجد تعقيدات في هذه الوسيلة، والتي لم أخُض فيها، ومشاكل مراوغة دقيقة، والتي لها حلول بارعة. كمثال، لو خلطتَ DNA للإنسان مع الخاص بالشيمبانزي، فإن معظم الـDNA البشري المنكسر سيرتبط مع كسر الـDNA البشرية الأخرى، ومعظم DNA الشيمبانزي سيرتط مع نوعه الخاص به. فكيف تفصل الـDNA المهجَّن، الذي درجة تفككه هي ما تريد قياسه حقاً، عن الـDNA متفق النوع؟ الإجابة هي بحيلة ذكية تتضمن تمييزاً إشعاعياً مسبقاً. لكن التفاصيل ستأخذنا بعيداً للغاية عن سبيلنا. إن المسألة

الرئيسية هنا أن تهجين الـDNA هي تقنية تقود العلماء إلى أرقام مثل ٩٨ بالمئة لدرجة التشابه الجيني بين البشر والشيمبانيات، وهو ينتج نسباً أقل على نحو قابل للتنبؤ، كلما تحركتَ إلى أزواج حيوانات ذات علاقات أكثر بعداً.

إن أحدث وسيلة لقياس التشابه بين زوج من الجينات المتوازية من نوعين مختلفين هي الأكثر مباشرة، والأكثر تكلفة: هي القراءة فعلاً لتسلسل الحروف في الجينات نفسها، مستخدمين نفس الوسائل التي استُخدِمت في مشروع الجينوم البشري. رغم أنه لا يزال من المكلف مقارنة كامل الجينوم، فيمكنك الحصول على تقدير تقريبي جيد بمقارنة عينة من الجينات، وهذا يتم الآن على نحو متزايد.

أياً ما كانت التقنية التي نستعملها لقياس التشابه بين نوعين. سواء أكانت الأجسام المضادة للأرنب، أو نقاط التفكك للولب المزدوج، أو قراءة التسلسلات مباشرة، فإن الخطوة التالية هي نفسها تقريباً. فبعد حصولنا على عدد يمثل التشابهات بين كل نوعين، نضع بعدئذٍ الأرقام في جدول. فنأخذ مجموعة من الأنواع ونكتب أسماءها، بنفس الترتيب، في كلٍ من العناوين العمودية والأفقية، ثم نضع نسب التشابهات في الخلايا المناسبة. سيكون الجدول مثلثيّ (نصف مربع). لأن_كمثال_نسبة التشابه بين الإنسان والكلب ستكون نفس نسبة التشابه بين الكلب والإنسان. من ثم، فلو ملأتَ جدولاً مربعاً، فإن كلاً من النصفين على جانبي الخط القُطري الفاصل سيعكسان بعضهما الآخر.

الآن، ما نوع النتائج التي ينبغي أن نتوقعها؟ حسب النموذج التطوري فينبغي أن نتوقع أنك ستجد نفسك واضعاً مجموع نقاطٍ أعلى في الخانة التي تربط بين الإنسان والشيمبانزي، ومجموع نقاط أقل في الخانة التي تربط بين الإنسان والكلب. ينبغي نظرياً أن تكون خانة الإنسان/ والكلب لها مجموع نقاط تشابه متطابق مع خانة الشيمبانزي/ والكلب، لأن البشر والشيمبانزيات لهما نفس درجة العلاقة بالضبط إلى الكلاب. ينبغي أن تكون مطابقة أيضاً إلى خانة القرد/ والكلب وخانة الليمور/ والكلب. هذا لأن البشر والشيمبانزيات والقرود والليمورات كلهم مرتبطون إلى الكلب من خلال سلفهم المشترك، وهو رئيسيّ بدائيّ (والذي على الأرجح بدا كليمور إلى حدٍ ما). نفس مجموع النقاط ينبغي أن يتضح في خانات الإنسان/ والقطة، والشيمبانزي/ والقطة، والقرد/ والقطة، والليمور/ والقطة، لأن القطط والكلاب مرتبطة إلى كل الرئيسيات من خلال السلف المشترك لكل اللواحم. ينبغي أن يكون هناك مجموع نقاط أقل بكثير_منخفض على نحو متساوٍ نموذجيّ_في كل الخانات التي تربط_مثلاً_ بين الحبّار وأي ثدييّ. وينبغي ألا يشكل فارقاً أي ثديي ستختاره، بما أن كل الثدييات بعيدة القرابة على نحوٍ متساوٍ من الحبَّار.

توجد توقعات نظرية قوية، لكن ليس هناك سبب لماذا_عملياً_ينبغي ألا تُنتهَك. فلو انتُهِكَت، لكان سيكون دليلاً ضد التطور. فما يحدث في الحقيقة يتضح أنه_ضمن الهوامش الإحصائية للخطأ_هو ما ينبغي أن نتوقعه بالضبط على أساس افتراض أن التطور قد حدث. هذا كأن نقول بعبارة أخرى: أنك لو وضعتَ المسافات الجينية بين أزواج الأنواع على غصون شجرة، فإن كل شيء يُضاف بأسلوبٍ مُرْضٍ. بالتأكيد، فإن أسلوب الإضافة ليس مثالياً على نحو تام. فالتوقعات الرقمية في علم الأحياء نادراً ما تحقق ما هو أفضل من دقة تقريبية.

إن دليل الـDNA (أو البروتين) المقارن يمكن أن يُستعمَل_وفقاً لنظرية التطور_لتقرير أي زوجٍ من الحيوانات قريبان أكثر وثاقة مما مع الآخرين. ما يُحوِّل هذا إلى دليل قويّ للغاية على التطور هو أنك يمكنك إنشاء شجرة للتشابهات الجينية على نحو مستقل لكل جين بالتوالي. والنتيجة الهامة هي أن كل جين يؤدي على نحو تقريبي لنفس شجرة الحياة. مجدداً فهذا ما سنتوقعه بالضبط لو كنتَ تتعامل مع شجرة أسرية حقيقية. إنه ليس ما سنتوقعه لو كان مصمم قد فحص كل المملكة الحيوانية وانتقى واختار (أو استعار) أفضل البروتينات للوظيفة، أينما يمكن أن توجد في المملكة الحيوانية.

إن أبكر دراسة كبيرة المقياس تمت وفق السطور السابقة، قام بها مجموعة من علماء الوراثة في نيوزيلاند بقيادة البروفيسور David Penny. أخذت مجموعة Penny خمسة جينات، والتي هي_رغم أنها غير متطابقة عبر كل الثدييات_متشابهة على نحوٍ كافٍ لتستحق نفس الاسم في الجميع. لا تهم التفاصيل، لكن كتصريح رسمي، فإن الجينات الخمسة كانت الخاصة بالهيموجلوبين A، والهيموجلوبين B (هيموجلوبان يعطيان الدم لونه الأحمر)، وfibrinopeptide A، وfibrinopeptide B (تُستعمَل الفيبرينوببتيدات في تخثر الدم) وcytochrome C[1] (الذي يلعب دوراً هاماً في الكيمياء الحيوية الخلوية). اختاروا أحد عشر ثديياً للمقارنة: قرد الريص الهندي rhesus والقرد والخروف والكنغر والأرنب والفأر والكلب والخنزير والإنسان والبقرة والشيمبانزي.

فكر Penny وزملاؤه إحصائياً. لقد أرادوا حساب احتمالية أن_بمجرد الصدفة_يُنتِج جزيئان نفسَ شجرة العائلة، لو كان التطور غير صحيح. لذا حاولوا تخيل كل الأشجار المكنة التي يمكن أن تنتهي بأحد عشر متحدراً. إنه لعددٌ كبير على نحو مذهل. حتى لو اقتصرتَ على (الأشجار الثنائية) (أي الأشجار ذات الأغصان التي تتفرع إلى فرعين فقط، لا ثلاثية التفرع ولا أعلى من ذلك تفرعاً)، إن العدد الكليّ للأشجار المحتمَلة هو أكثر من ٣٤ مليوناً. لقد نظر العلماء إلى كل واحدة من الـ٣٤ مليون شجرة وقارنوا كل واحدة مع الـ ٣٣٩٩٩٩٩٩ الأخرى! لا بالتأكيد لم يفعلوا ذلك! لكان هذا أكثر من اللازم من وقت الكمبيوتر. رغم هذا، فقد تدبروا بالفعل تقريباً إحصائياً ذكياً، طريقاً مختصراً مكافئاً لتلك العملية الحسابية الضخمة كالماموث.

هذه هي كيفية عمل هذه الوسيلة للتقريب. لقد أخذوا أول الجينات الخمسة، مثلاً هيموجلوبين A (في كل الحالات أنا أستعمل أسماء البروتينات للإشارة إلى الجينات التي تشفِّر تلك البروتينات). من كل تلك الملايين من الأشجار، أرادوا العثور على أيهم تكون "الأكثر شُحَّاً" فيما يتعلق بال هيموجلوبين A. الشحيح [*البخيل*] هنا تعني (الاحتياج إلى افتراض الكمية الأدنى من التغير التطوريّ). كمثال، كل تلك الآلاف من الأشجار التي تفترض أن أوثق قريب للبشر هو الكنغر بينما البشر والشيمبانزيات أبعد ارتباطاً، يثبُت أنها أشجار سخية جداً. فهي تحتاج إلى افتراض الكثير من التغير التطوري، للتسبب في النتيجة أن يكون الكناغر والبشر لهم سلف مشترك حديث. حُكْم الهيموجلوبين A لو نطق كان سيكون كالتالي:

"هذه شجرة سخية على نحو مريع. فأنت لا تحتاج فقط إلى وضع الكثير من عمل الطفرات لكي تنتهي إلى مختلفين للغاية في البشر والكناغر، رغم قرابتنا الوثيقة وفقاً لهذه الشجرة، بل تحتاج أيضاً إلى وضع الكثير من عمل الطفرات في الاتجاه المعاكس، لكي تضمن

[1] السايتوكرومات عموماً هي بروتينات النقل الإلكتروني_م.

أن البشر والشيمبانزيات_رغم انفصالهم الكبير حسب هذه الشجرة الخاصة_بكيفية ما انتهوا بمثل هذا الهيموجلوبين A المتشابه. أنا أُصوِّت ضد هذه الشجرة."

نتخيل أن الهيموجلوبين A يُلقي أحكاماً كهذه، بعض الأحكام أكثر تأييداً من الأخرى، لكل واحدة من الـ٣٤ مليون شجرة، وآخر الأمر ينتهي إلى اختيار دستات قليلة من الأشجار عالية المرتبة. عن كل واحدة منها كان الهيموجلوبين A سيقول شيئاً كهذا:

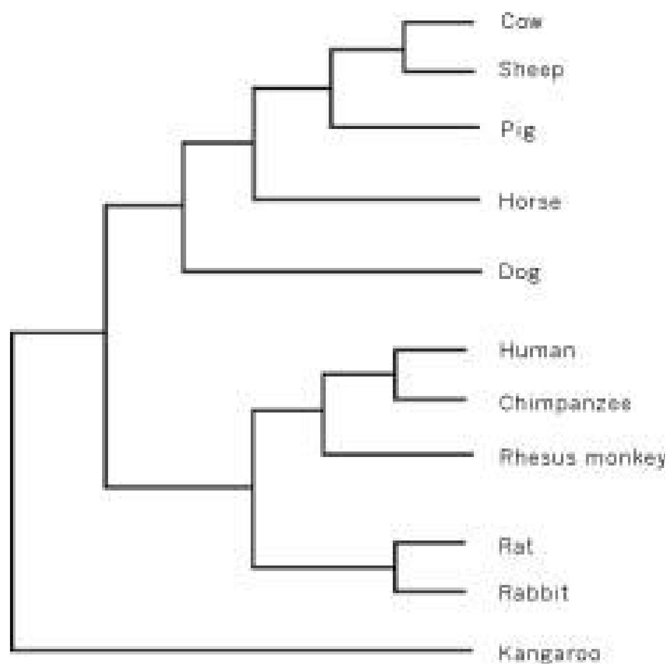
"تضع هذه الشجرة البشر والشيمبانزيات كقريبين وثيقين، وتضع الخراف والبقر كقريبين وثيقين، وتضع الكنغر خارجاً على غصن منفصل. هذه تتضح أنها شجرة جيدة جداً، لأنها تجعلني بالكاد أقوم بأي عمل تطفريّ على الإطلاق لتفسير التغيرات التطورية. هذه شجرة شحيحة."

بالتأكيد، كان سيكون لطيفاً لو أمكن أن يقدِّم الهيموجلوبين A _وكل جين آخر_من شجرة وحيدة هي الأكثر شحاً، لكن هذا طلب كثير للغاية. فمن بين الـ٣٤ مليون شجرة، ما يُتوَقَّع فقط أن العديد من الأشجار المختلفة قليلاً عن بعضها ستتلاءم مع مكان المراتب العليا للهيموجلوبين A.

الآن، ماذا عن الهيموجلوبين B؟ ماذا عن الـcytochrome-C ؟ كل واحد من الخمس بروتينات يُخوَّل لتصويته المنفصل، للعثور على أشجاره المفضَّلة (أي الأشح) من بين الـ٣٤ مليون شجرة. لكان سيكون محتمَلاً تماماً للـcytochrome-C أن يقدِّم تصويتاً مختلفاً تماماً عن أي شجرة هي الأكثر شحاً. كان يمكن أن يتضح أن الـcytochrome-C للبشر مشابه جداً حقاً للذي للكنغر، ومختلف جداً عن الذي للشيمبانزيات. وبعيداً عن التحية للازدواج الوثيق للخراف والبقر المُدرَك من قِبَل الهيموجلوبين A، فقد يجد cytochrome-C أنه بالكاد يحتاج للتطفر على الإطلاق لكي يضع الخرافَ لصيقة جداً إلى_مثلاً_القرود، ولكي يضع الأبقار لصيقة جداً إلى الأرانب. فحسب فرضية الخلق ليس هناك سبب لماذا لا ينبغي أن يحدث ذلك. لكن ما وجده Penny وزملاؤه في الحقيقة أن هناك توافقاً عالياً بين كل الخمس بروتينات على نحو مدهش. وقد استعملوا أيضاً إحصائيات أكثر ذكاءً للبرهنة على عدم ترجح أن يكون اتفاقٌ كهذا بالمصادفة. كل البروتينات الخمسة "صوَّتت" لنفس المجموعة الجزئية تقريباً من الأشجار من بين الـ٣٤ مليون شجرة المحتملة. هذا بالتأكيد ما سنتوقعه بالضبط على فرض أن هناك بالفعل شجرة واحدة حقيقية فقط تربط كل الأحد عشر حيواناً، وهي شجرة العائلة: شجرة العلاقات التطورية. ما هو أكثر من هذا، أن الشجرة المُجمَع عليها التي صوّتَ لها جميع الخمس جزيئات، يتضح أنها نفس ما قد وجدَه علماء الحيوان من قبل على أساس الخلفيات التشريحية وعلم المتحجرات، لا الخلفية الجزيئية.

نُشِرَت دراسة فريق Penny في عام ١٩٨٢، منذ زمنٍ طويل تماماً الآن. لقد شهدت السنوات المتخللة تضاعفاً غزيراً من الأدلة التفصيلية على التسلسل الدقيق على التسلسل الدقيق لجينات الكثير والكثير من أنواع الحيوانات والنباتات. يمتد التوافق على معظم الأشجار الشحيحة أكثر بكثير من الأحد عشر نوعاً والخمسة جزيئات التي درسها Penny وزملاؤه. لقد كانت الدراسة الخاصة بهم مجرد مثال جيد، مفحِماً كما أثبتت أدلتهم الإحصائية. إن المجموع الكلي لبيانات التسلسل الجيني المتاحة الآن تضع الأمر فوق أي شك يمكن تصوره. فهو كونه أكثر إقناعاً بكثير حتى من الدليل الحفري (المقنع بدرجة عالية أيضاً)، فإن الأدلة من المقارنات بين الجينات تتلاقى

_سريعاً وعلى نحو حاسم_على شجرة واحدة كبيرة للحياة. الرسم أدناه هو شجرة للأحد عشر نوعاً الخاصة بدراسة Penny، والتي تُمثّل إجماعاً تصويتياً حديثاً من العديد من النواحي المختلفة من الجينومات الثديية. إن ثبات التوافق بين كل الجينات المختلفة في الجينومات يعطينا تأكيداً، ليس فقط على الدقة التاريخية للشجرة المجمَع عليها نفسها، بل أيضاً على حقيقة أن التطور قد حدث.



شجرة العائلة التطورية لأحد عشر نوعاً الخاصين بدراسة Penny.

لو استمرت تقنية الوراثة الجزيئية في التوسع وفق معدلها الأسي الحالي، فبحلول عام ٢٠٥٠، سيكون إنتاج تسلسل كامل للجينوم الحيواني كله رخيصاً وسريعاً، بالكاد يمثل أي مشكلة أكثر من أخذ درجة حرارته أو ضغط دمه. لماذا أقول أن التكنولوجيا الوراثية تتوسع أسياً؟ هل يمكننا حتى قياسها؟ يوجد تشابه موازٍ في تقنية الكمبيوتر يُدعى قانون Moore. المسمى على اسم Gordon Moore، أحد مؤسسي شركة Intel لرقاقات الكمبيوتر، يمكن التعبير عنه بطرق متعددة لأن المقاييس العديدة لقوة الكمبيوتر مرتبطة ببعضها البعض. تصرح إحدى نسخ القانون أن عدد الوحدات التي يمكن أن تُحزَم في دائرة مدموجة ذات حجم معين تتضاعف كل ما يتراوح ما بين ١٨ شهراً إلى السنتين أو نحو ذلك. إنه قانون تجريبيّ [*إمبريقيّ*]، بما يعني أنه بدلاً من كونه مستمداً من نظرية ما، فهو يتضح أنه صحيح تماماً عندما نقيس البيانات. وقد استمر على نحو جيد خلال فترة من حوالي خمسين سنة حتى الآن، ويعتقد الكثير من الخبراء أنه سيستمر هكذا لعقود قلائل أخرى على الأقل. تتضمن بعض النزعات الأسية الأخرى_ذات زمن مضاعَفة مشابه، والتي يمكن اعتبارها كنسخ من قانون Moore_الزيادة في سرعة العمليات الكمبيوترية، وحجم الذاكرة، وفق تكلفة الوحدة. تؤدي النزعات الأسية دائماً إلى نتائج مفاجئة، كما برهَن دارْوِن_بمساعدة ابنه عالم الرياضيات جورج_عندما تناول الفيل كمثال لتربية انتخابية بطيئة افتراضية لحيوان وأظهَر أن_خلال قرون قلائل من النمو الأسيّ غير المقيَّد_فإن أنسال زوج واحد فحسب من الفيلة ستغطي كوكب الأرض. لا حاجة للقول أن النمو السكاني للفيلة ليس_في الواقع_أسياً. فهو مقيد بالتنافس على الطعام وعلى المساحة، وبالمرض، وبالعديد من الأشياء الأخرى. وهذا_في الواقع_كان كل مقصد دارْوِن، إذ ذلك حيث يبدأ الانتخاب الطبيعي.

لكن قانون Moore قد ظل سارياً بالفعل_على الأقل تقريباً_لخمسين سنة. رغم أنه لا أحد لديه فكرة واضحة جداً عن سبب كون المقاييس العديدة لقوة الكمبيوتر حقيقةً قد ازدادت أسياً في الواقع، بينما نزعة فيلة دارْوِن أسية فقط في الفرضية. لقد خطر ببالي أنه قد يكون هناك قانون مشابه للقنية الوراثية وقراءة تسلسلات الـDNA. اقترحتُ هذا على Jonathan Hodgkin، أستاذ الوراثة بجامعة

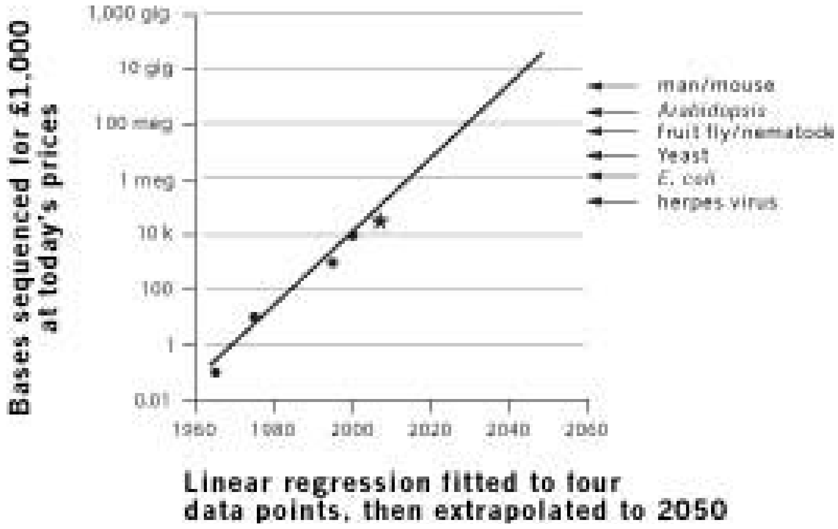
أوكسفورد (الذي كان ذات يوم أحد طلابي الجامعيين). لبهجتي، اتضح لي أنه قد فكّر في هذا بالفعل، وقاسه، تجهيزاً لمحاضرة في مدرسته القديمة. لقد قدَّرَ تكلفة قراءة تسلسلات طول قياسيّ للـDNA في أربعة تواريخ في التاريخ: ١٩٦٥، ١٩٧٥، ١٩٩٥، و٢٠٠٠. لقد عكستُ معنى أرقامه لتعني (كم كمية الـDNA التي يمكنك قراءتها بألف جنيه إسترليني؟ لقد وضعتُ الأرقام على مقياس لوغاريتمي، اخترته لأن النزعة الأسية ستبدو عليه دائماً كخط مستقيم عند تعيينها لوغاريتمياً. على نحو مؤكد بدرجة كافية، تقع الأربع نقاط الخاصة بـHodgkin تقريباً على خط مستقيم. لاءمتُ خطاً مع النقاط، (لتقنية الانحدار الخطيّ، انظر الملاحظة على ص)، ثم أعطيت لنفسي الحرية لتوقعها ومدها إلى المستقبل. مؤخراً جداً، بينما كان هذا الكتاب في طريقه إلى الطبع، أريتُ هذا الجزءَ للبروفيسور Hodgkin، وأخبرني أن أحدث بيانات يعلم بها، هي جينوم البلاتيبوس منقاريّ البطة، والذي حُلَّت تسلسلاته في عام ٢٠٠٨[1]. لقد رسمتُ موضع [تكلفة قراءة تسلسل] البلاتيبوس كنجمة على الرسم البيانيّ، ويمكنك أن ترى أنه يتلاءم تقريباً قرب الخط المتوقع الذي حُسِب من البيانات الأقدم.

إن انحدار الخط لما أدعوه الآن (دون إذن) بقانون Hodgkin أكثر سطحية قليلاً فقط من الخط الخاص بقانون Moore. إن زمن التضاعف أكثر بقليل من سنتين، بينما زمن التضاعف لقانون Moore أقل بقليل من سنتين. تقنية الـDNA معتمدة بشدة على الكمبيوترات، لذا فإنه لتخمين جيد أن قانون Hodgkin معتمِد على الأقل جزئياً على قانون Moore. تشير الأسهم على يمين الرسم إلى حجم الجينومات الخاصة بالعديد من الكائنات. لو اتبعتَ الأسهمَ إلى اتجاه اليسار حتى تلاقي الخط المنحدر لقانون Hodgkin، سيمكنك قراءة تقديرات زمن أن سيصبح من الممكن قراءة تسلسلات DNA جينوم بنفس حجم جينوم الكائن المعنيّ بألف جنيه إسترلينيّ فقط (بمال اليوم). لجينوم بحجم الخميرة نحتاج فقط إلى الانتظار حتى حوالي عام ٢٠٢٠. أما لأجل جينوم ثديي جديد (بقدر ما ظهر من هذه الحسابات التي دُرِسَت، فإن كل جينومات الثدييات مكلفة على نحو متساوٍ)، إن التاريخ المقدر هو قرابة العام ٢٠٤٠ فحسب. إنه توقع مبهج: قاعدة بيانات ضخمة لتسلسلات الـDNA، محصول عليها على نحو رخيص وسهل من كل أنحاء مملكتي الحيوان والنبات. مقارنات الـDNA التفصيلية ستملأ الثغرات في معرفتنا بصدد الارتباط التطور الحقيقي لكل نوع مع كل نوع آخر: سنعلم_بيقين تام_الشجرة العائلية التطورية التامة لكل الكائنات الحية[2]. الأقدار وحدها تعلم كيف سوف نرسمها، إنها لن تلائم أي قطعة من الورق ذات حجم عمليّ.

---

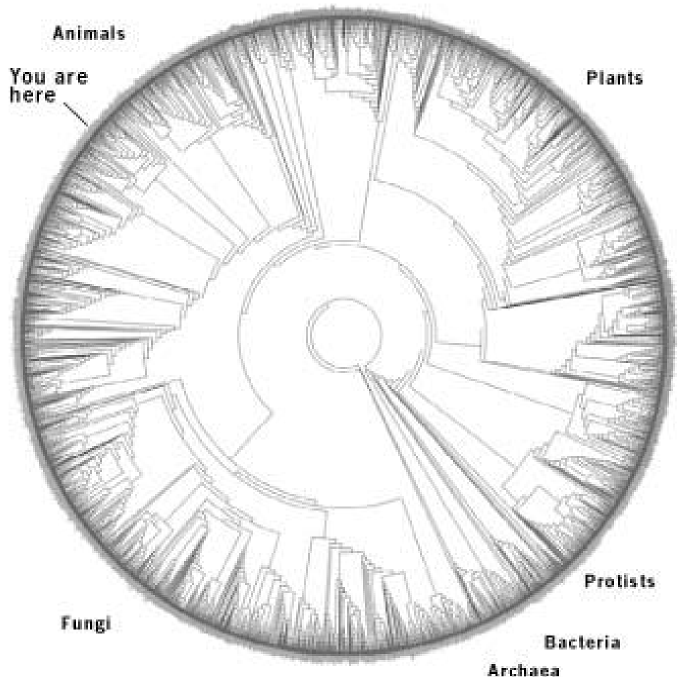
[1] كان البلاتيبوس [*مسطح القدم باليونانية*] اختياراً جيداً، بسبب موقعه الإستيراتيجي في شجرة الحياة، فالسلف الذي نتشاركه معه عاش منذ ١٨٠ مليون سنة، أي ثلاثة أضعاف الزمن تقريباً منذ انقراض الديناصورات.

[2] ربما تستدعي عبارة "كل الكائنات الحية" ملاحظة للاحتراز. ففي جزء سابق من هذا الفصل رأينا أن بينما مبدأ (عدم الاستعارة) صالح تماماً تقريباً للحيوانات والنباتات، فإن البكتيريا والعتائق archaea، والتي ظاهرياً تشبه البكتيريا لكنها بعيدة العلاقة حقاً، توجد وفرة من تشارك الجينات. فبينما تستخدم الحيوانات التزاوج الجنسي لتبادل الـDNA ضمن النوع، فإن البكتيريا تستخدم أسلوبها الخاص من (النسخ واللصق) لنشر الـDNA ، حتى بين أنواع بعيدة العلاقة. ورغم أني محق في امتداح (الشجرة الحقيقية الواحدة للحياة) بالنسبة للحيوانات والنباتات، فإن المسألة كلها تصبح أكثر فوضى عندما نلتفت إلى الكائنات الحية المجهرية. وكما عبر عن الأمر زميلي الفيلسوف Daniel Dennett: "*بينما شجرة الحياة للحيوانات هي شجرة سنديان ممتدة على نحو فخيم، فإن التي للبكتيريا أشبه بشجرة تين هندي a banyan [شجرة ذات فروع ذاتية التجذر_م]*". فحيثما كانت البكتيريا موضع الاعتبار، يوجد شيء ليُقال بالنسبة لوضع (شجرة حقيقية واحدة) لكل جين منفصلاً، بغض النظر عن أي أنواع البكتيريا قد حدث أنه تنقل فيها. يا لها من فكرة فاتنة.



(قانون Hodgkin) الانحدار الخطيّ المتلائم لأربعة نقاط بيانية، ثم قُدِّرَ استقرائياً حتى عام ٢٠٥٠

أكبر محاولة مقياساً في هذا الاتجاه حتى الآن قد قام بها مجموعة برفقة David Hillis، أخو Danny Hillis الذي شارك الريادة في تطوير أحد أوائل الكمبيوترات العملاقة. يجعل رسم Hillis الشكل البياني للشجرة مضغوطاً أكثر بلفه في دائرة. لا يمكنك رؤية الفراغ، حيث يكاد الطرفان يلتقيان، لكنه يقع ما بين (البكتيريا) و(العتائق) archaea. لرؤية كيفية عمل الرسم البياني الدائري، انظر إلى النسخة المجردة إلى حد كبير الموشومة على ظهر الدكتورة Dr Clare D'Alberto من جامعة Melbourne، التي حماسها لعلم الحيوان أكثر من وشم الجلد. سمحت لي كلير Clare بتكرُّم بإعادة إنتاج الصورة في هذا الكتاب (انظر الصورة في الصفحة الملونة ٢٥). يتضمن وشمها عينة صغيرة من ٨٦ نوعاً (عدد الأغصان النهائية). يمكنك رؤية الفراغ في الرسم البياني الدائري، وتخيل أن الدائرة قد بُسِطَت. العدد القليل من الصور حول الحافة اُختير إستيراتيجياً من البكتيريا ووحيدات الخلية والنباتات والفطريات وأربع شعب حيوانية. يمثل الفقارياتِ سمكةُ تنين البحر النحيلة على اليمين، وهي سمكة مدهشة يحميها تشابهها مع طحلب البحر. إن الرسم البياني الدائري لـHillis هو نفسه، باستثناء أنه يتضمن ثلاثة آلاف نوع. تظهر أسماؤهم حول الحافة الخارجية للدائرة أدناه، ولو أنها أصغر بكثير من أن تُقرَأ، رغم أن *Homo sapiens* [الإنسان العاقل] قد عُلِّم عليه على نحوٍ مساعِد بعبارة "أنت هنا". يمكنك تكوين فكرة عن مدى تناثر [*ضآلة*] أخذ عينات الشجرة حتى في هذا الرسم البياني الضخم، عندما أخبرك أن أقرب أقارب للبشر يمكن ملاءمتها في الدائرة هي الجرذان والفئران. لقد احتيج إلى تجريد الثدييات بتطرف، لكي تكفي كل فروع الشجرة الأخرى بنفس العمق. تخيل فحسب محاولة رسم شجرة مشابهة ذات عشرة ملايين نوع بدلاً من الثلاثة آلاف نوع المُتَضمَّنة هنا. وعشرة ملايين ليس أكثر التقديرات إفراطاً لعدد الأنواع الحية. إن الأمر يستحق تماماً تنزيل شجرة Hillis من موقعه (انظر الملاحظات)، ثم طباعتها كورقة حائط، على قطعة ورق، والتي_يحبذون_ينبغي أن تكون بعرض ٥٤ بوصة على الأقل (أكبر من ذلك سيكون أفضلية).



رسم Hillis

الساعات الجزيئية

الآن، بينما نحن نتحدث عن الجزيئات، فإن لدينا عملاً غير منتهٍ خلَّفناه من الفصل الذي عن الساعات التطورية [الفصل الرابع]، هناك كنا نظرنا إلى حلقات الأشجار، والأنواع العديدة من الساعات الإشعاعية، لكننا أحلنا دراسة ما يُسمّى بالساعة الجزيئية حتى نتعلم عن بعض النواحي الأخرى لعلم الوراثة الجزيئية. لقد حان الوقت الآن. فكر في هذا القسم كملحق للفصل الرابع عن الساعات.

تفترض الساعة الجزيئية أن التطور حقيقة، وأنه يتقدم بمعدل ثابت على نحو كافٍ عبر الزمن الجيولوجي لتُستعمَل كساعة في حد ذاتها، شريطةَ أن يمكن معايرتها باستعمال المتحجرات، والتي بدورها تُعايَر بالساعات الإشعاعية. مثلما نفترض بالضبط في الساعة الشمعية أن الشموع تحترق بمعدل ثابت ومعروف، وفي الساعة المائية أن الماء يجف من دلوٍ بمعدل يمكن معايرته، وفي ساعة الجد أن البندول يتأرجح بمعدل ثابت، فكذلك يُفترَض في الساعة الجزيئية أن هناك جوانب في التطور نفسه تتقدم بمعدل ثابت. يمكن معايرة هذا المعدل الثابت بمقابلة تلك الأجزاء من السجل التطوري الموثَّقة جيداً بالمتحجرات (القابلة للتأريخ إشعاعياً). حالما تُعايَر، بعدئذٍ يمكن استعمال الساعة الجزيئية لأجل أجزاء أخرى من تاريخ التطور غير الموثقة جدياً بالمتحجرات. كمثال، يمكن أن تُستعمَل للحيوانات التي ليس لها هياكل صلبة ونادراً ما تتحجر.

فكرة جيدة، لكن ما الذي أعطانا الحق في الأمل أننا يمكننا العثور على عمليات تطورية تمضي بمعدل ثابت؟ في الواقع، تقترح معظم الأدلة أن المعدلات التطورية متفاوتة إلى حدٍ كبير. منذ زمن طويل قبل العصر الحديث للبيولوجي الجزيئية، اقترح J. B. S. Haldane وحدة (دارْوِن) *darwin* كمقياس للمعدلات التطورية[1]. مفترِضاً أن_خلال الزمن التطوري_تتغير سمة ما مُقاسة لحيوان بمنحى ثابت. كمثال، بفرض أن متوسط طول الساق يزداد. فلو خلال فترة مليون سنة، يزداد طول الرجل بمعامل e (٢، ٧٨)، وهو رقم اختير لأسباب تتعلق بالملاءمة الرياضية، والتي لا نحتاج إلى الخوض فيها)، يقال عن معدل التغير التطوري أنه دارْوِن واحد. لقد قدَّر Haldane نفسه

[1] اقترح علماء آخرون_كاسم لوحدة المعدل التطوري_الـHaldane على اسمه هو نفسه.

معدل تطور الحصان كحوالي ٤٠ مللي دارْوِن millidarwins، بينما قد اقتُرِح أن تطور الحيوانات المدجَّنة بالانتخاب الاصطناعي ينبغي أن يُقاس بالكيلو دارْوِنات kilodarwins. لقد قُدِّرَ معدل تطور أسماك جوبي guppies المُعاد توطينها في جدول خالٍ من المفترسين_كما وُصِفَ في الفصل الخامس_كـ ٤٥ كيلو دارْوِن. وتطور "متحجرة حية" كالـ*Lingula* (المذكورة في ص٨٨) يًقاس على الأرجح بالميكرودارْوِنات. لقد فهمتَ المسألة إذن: إن معدلات تطور الأشياء التي يمكنك رؤيتها وقياسها_كالأرجل والمناقير_متفاوت إلى حد كبير.

إن تكن معدلات التطور متفاوتة للغاية، فكيف نأمل أن نستعملها كساعة؟ هنا يأتي علم الجينات [الوراثة] الجزيئية ليسعفنا. للوهلة الأولى لن يكون واضحاً كيف يمكن أن يكون الأمر هكذا. فعندما تتطور السمات القابلة للقياس كطول الساق، فإن ما نراه هو المظهر الخارجيّ المرئيّ لتغير جينيّ مُسَبِّب. إذن كيف يمكن أن تكون الحالة أن معدلات التغير على المستوى الجزيئي تقدم ساعة جيدة، بينما معدلات تطور ساق أو جناح لا تفعل؟ إن تكن الأرجل والمناقير تجتاز التغيرَ بمعدلات تتراوح من ميكرو دارْوِنات إلى كيلو دارْوِنات، فلماذا ينبغي أن تكون الجزيئات واقعية كساعات من بَعدُ؟ الإجابة هي أن التغيرات الجينية التي تُظهِر نفسَها في التطور الخارجي والمرئيّ، لأشياء مثل الأرجل والأذرع، هي طرف مستدق صغير جداً من جبل الجليد، وهم الطرف المستدق المتأثر بشدة بالانتخاب الطبيعي المتنوِّع. إن معظم التغير الجيني على المستوى الجزيئي محايد، ولذلك يمكن توقع تقدمه بمعدل مستقل عن النفع وقد يكون ثابتاً حتى تقريباً داخل أي جين واحد. إن التغير الجينيّ المحايد ليس له تأثير على بقاء الحيوان، وهذه شهادة اعتماد مفيدة لساعة. هذا لأن الجينات التي تؤثر على البقاء_إيجابياً أو سلبياً_سيُتَوَقَّع أن تتطور بمعدل متغير، عاكساً هذا.

عندما اقتُرِحَت النظرية الحيادية للتطور الجزيئي لأول مرة من قِبَل عالم الوراثة اليابانيّ العظيم Motoo Kimura، من ضمن آخرين، كانت مثيرة للجدل. إحدى نسخها أصبحت اليوم مقبولة على نحو واسع و_بدون الخوض في الأدلة التفصيلية هنا_أنا سأقبلها في هذا الكتاب. وبما أن لديَّ سمعة كـ"تكيفيّ" ماكر (زعماً مهووس بالانتخاب الطبيعي باعتباره القوة الدافعة الرئيسية أو حتى الوحيدة للتطور[1]). فيمكنك أن يكون لديك بعض اليقين أن لو كان حتى أنا أؤيد النظرية الحيادية فمن غير المرجح أن الكثير من علماء الأحياء يعارضونها.

إن الطفرة المحايدة هي التي_رغم أنها قابلة للقياس بسهولة بالتقنيات الجينية الجزيئية_ليست خاضعة للانتخاب الطبيعي، سواء إيجابياً أو سلبياً. إن (الجينات الزائفة) Pseudogenes محايدة لسبب أساسي. إنها جينات كانت تقوم بشيء ما مفيد ذات يوم لكنها الآن اُستُبْعِدَت ولا تُتَرجَم أو تُفسَّر أبداً. إنهن كأنهن غير موجودات، بقدر ما يتعلق الأمر بصحة الحيوان. لكن فيما يتعلق بالعالِم فهن يوجدن جداً، وهي بالضبط ما نحتاجه لساعة تطورية. إن الجينات الزائفة هي صنف واحد فقط من تلك الجينات التي لا تُتَرجَم أبداً في التنمي الجنيني. هناك أصناف أخرى يفضلها العلماء لأجل الساعات الجزيئية، لكني لن أخوض في التفاصيل. ما تكون الجينات الزائفة مفيدة فيه كذلك هو إحراج الخلقيين. إنها تمط حتى براعتهم المبدعة لاختلاق سبب مقنع لماذا ينبغي أن يكون قد خلق مصمم غير ذكي جيناً زائفاً، جين لا يقوم بأي شيء إطلاقاً ويعطي كل مظهر لكونه نسخة متقاعدة لجين استُعمِلَ لعمل شيء ما، إلا إن كان قاصداً عميداً أن يخدعنا.

---

[1] لقد دُعيت حتى بـ"دارْوِنيّ متطرف"، وهو هجاء أجده أقل إساءة مما ربما انتوى مفترِوه.

بترك الجينات الزائفة جانباً، إنها حقيقة جديرة بالملاحظة أن الجزء الأعظم (٩٥٪ في حالة البشر) من الجينوم كما لو أنـه لا يوجـد، لأنها تصنع كل اختلاف. فالنظرية الحيادية تنطبـق تمامـاً علـى الكـثير مـن الجينـات في الــ٥٪ الباقيـة، وهـي الجينـات الـتي تُقـرَأ وتُستعمَل. إنها تنطبق تماماً على الجينات الحيوية على نحو كامل للبقاء. ينبغي أن أكون واضحاً هنا: نحن لا نقـول أن جينـاً تنطبـق عليه النظرية الحيادية ليس له تأثير على الجسد. ما نقوله هو أن نسخة مطفرة مـن الجـين لهـا بالضـبط نفـس التـأثير كالنسـخة غـير المطفرة. سواء أكان الجين نفسه مهماً أم غير مهم، فإن النسخة المطفرة لهـا نفـس التـأثير كالنسـخة غـير المطفـرة. فـبخلاف الجينـات الزائفة، حيث يمكن وصف الجين نفسه على نحو ملائم كمحايد، فنحن الآن نتكلم عن الحالات حيث الطفرات فقط (أي الـتغيرات في الجينات هي التي يمكن وصفها على التضييق كحيادية، لا الجينات نفسها.

الطفرات يمكن أن تكون حيادية لأسباب عديدة. إن شفرة الـDNA هي (شفرة متحللـة). هـذا مصـطلح فـني يعـني أن بعـض "كلمـات" الشفرة مرادفة بالضبط لبعضها الآخر[1]. عندما يتطفر جين إلى إحدى مترادفاته، يمكنك على نحو معقول ألا تجهد نفسك بدعوتها طفـرة على الإطلاق. وبالفعل، إنها ليست طفرة، طالما يتعلق الأمر بنتائجها على الجسم. ولنفس السبب فهي ليست طفرة على الإطـلاق فيمـا يتعلق بالانتخاب الطبيعي. لكنها طفرة طالما اُعتُبِرَت الوراثة الجزيئية، لأنه يمكنهم [*العلماء*] النظر إليها مستعملين وسـائلهم. إن هـذا كأن أغيِّر حجم البنط الذي أكتب به كلمةً، مثلاً "كنغر" إلى "*كنغر*". فلا زال يمكنك أن تقرأ الكلمة، وهي لا تزال تعـني نفـس الحيـوان الأسترالي القافز. إن تغير شكل الخط من نسخ إلى ديوانيّ أو كوفيّ مُلاحَظ لكنه غير ذي علاقة مع المعنى.

ليس كل الطفرات محايدة للغاية تماماً كذلك. فأحياناً يُترجَم الجين الجديـد إلى بـروتين مختلـف، لكـن (الموقـع النشـط)_لعلـك تـذكر "الانبعاجات"[2] المشكَّلة بعناية التي قابلناها في الفصل الثامن_للبروتين الجديد يظل كنفس القديم. بالتـالي، لـيس هنـاك حرفيـاً أدنـى تأثير على التنمي الجنيني للجسد. لا يزال الشكل غير المطفر والمطفر للجين مترادفين بقـدر مـا يتعلـق بتأثيراتهمـا علـى الأجسـام. مـن المحتمل أيضاً (رغم أن "دارْوِنيّ مغالٍ" مثلي يميل إلى معارضة الفكرة) أن بعض الطفرات تقوم حقاً بتغيير الجسد، لكن بطريقة بحيـث لا يكون لها تأثير على البقاء، بشكلٍ أو آخر.

إذن، لتلخيص النظرية الحيادية، فإن القول أن جيناً_أو طفرة_"حيادية" لا يعني بالضرورة أن الجين نفسه عديم الجدوى. إنه يمكـن أن يكون هاماً على نحو حيوي لبقاء الحيوان. إن ما يعنيه أن الشكل المطفر للجـين_والـذي قـد يكـون أو لا يكـون مهمـاً للبقـاء_لـيس مختلفاً عن الشكل غير المطفر فيما يتعلق بتأثيراته (والتي قد تكون هامة جداً) علـى البقـاء. وفي الواقـع، إنـه صـحيح علـى الأرجـح أن معظم الطفرات محايدة. إنها غير مرصودة بالانتخاب الطبيعـي، لكنهـا مرصـودة بالوراثـة الجزيئيـة، وتلـك توافقيـة نموذجيـة لسـاعة تطورية.

[1] إن شفرة متحللة هي التي تُستعمَل فيها أكثر من كلمة لتعني نفس الشيء. على سبيل المثال: في الشفرة الجينية يُهجَّأ CUC وCUG كلاهما "اليوسين" Leucine، لذلك فإن طفرةً من CUC إلى CUG لا تشكِّل فرقاً. أي "متحللة" [*أو متسيبة*_م]

[2] لعل هذا مجرد تشبيه مجازي من دوكنز لوصف التجاذبات والقابليات الكيميائية_م.

لا شيء من هذا يقلل من شأن قمة جبل االثلج كلية الأهمية، أي أقلية الطفرات التي هي غير حيادية. إنها التي تُنتَخَب، إيجابياً أو سلبياً في تطور التحسنات. إنها التي نرى تأثيراتها الحقيقية، و"يراها" [*يعمل عليها_م*] الانتخاب الطبيعي أيضاً. إنها التي يمنح انتخابُها الكائناتِ الحية وهمَ تصميمها المدهش. لكن باقي جبل الجليد_أي الطفرات المحايدة، واالتي هي الأغلبية_هي ما يهمنا عندما نتكلم عن الساعة الجزيئية.

بينما يمر الزمن الجيولوجي، يتعرض الجينوم لوابل من الإتلاف في شكل طفرات. في ذلك الجزء الصغير من الجينوم حيث تهم الطفرات حقاً للبقاء، سرعان ما يتخلص الانتخاب الطبيعي من السيئة ويؤيد الجيدة. على الجانب الآخر، فإن الطفرات المحايدة تتراكم ببساطة، غير مبطوش بها ولا مُلاحَظة، عدا بالوراثة الجزيئية. الآن نحتاج إلى مصطلح فني جديد: التثبت. فالطفرة الجديدة _لو كانت جديدة على نحو أصيل_سيكون لها تكرار منخفض في الحوض الجيني. لو أعدتَ زيارة الحوض الجيني بعد مليون سنة لاحقاً، فمن المحتمل أن االطفرة قد ازدادت تكراراً إلى نسبة ١٠٪ أو شيء قريب إلى تلك النسبة. إن حدث هذا، يُقال أن الطفرة قد "اتجهت إلى التثبت". لن نفكر فيها من بعد كطفرة. لقد أصبحت المعيارية. إن السبيل الواضح لطفرة لتتجه إلى التثبت هو بالانتخاب الطبيعي ليؤيدها. لكن هناك طريقاً آخر. فيمكنه الاتجاه إلى التثبت بالصدفة تماماً مثلما قد ينقرض اسم عائلة فخيم لافتقاد ورثة ذكور، فكذلك يمكن أن يصادف فحسب أن تختفي البدائل للطفرة التي نتكلم عنها من الحوض الجيني. يمكن أن تصبح الطفرة نفسها متكررة في الحوض الجيني، بنفس الحظ الذي جعل اسم "سمِث" Smith يبزغ كأكثر أسماء العائلات شيوعاً في إنجلاند [*بريطانيا*]. بالتأكيد يكون الأمر أكثر إثارة للاهتمام لو اتجه الجين إلى التثبت لسبب جيد، أي الانتخاب الطبيعي، لكن هذا يمكن أن يحدث أيضاً بالصدفة، فبافتراض عدد ضخم على نحوٍ كافٍ من الأجيال، وأن الزمن الجيولوجي هائل على نحو كافٍ لتتجه الطفرات المحادية إلى التثبت بمعدل قابل للتنبؤ[1]. إن المعدلات التي تقوم وفقها [*الجينات*] بذلك تتباين، لكنها [*المعدلات*] سمة لجينات معينة، وبافتراض أن معظم الطفرات محايدة، فهذا بدقة ما يجعل الساعة الجزيئية ممكنة.

إن التثبت هو ما يهم للساعة الجزيئية، لأن الجينات "المثبَّتة" هي الجينات التي ننظر لها عندما نقارن حيوانين معاصرين محاولةً لتقدير منذ متى انفصل أسلافهما. إن الجينات المثبتة هي الجينات التي تميِّز النوع. إنها الجينات التي ليست عالَمية على الإطلاق في الأحواض الجينية. ويمكننا أن نقارن الجينات التي قد أصبحت مثبتة في أحد الأنواع مع الجينات التي قد أصبحت مثبتة في آخر، لكي نقدّر مدى قرب انفصال النوعين. إن هناك تعقيدات، والتي لن أخوض فيها لأن Yan Wong وأنا قد ناقشناها على نحو تام في الوثائقيّ (The Epilogue to the Velvet Worm's tale). فمع تحفظات، ومع معاملات تصحيح مهمة عديدة، تعمل الساعة الجزيئية.

تماماً مثلما "تدق" الساعات نشطة الإشعاع وفق سرعات متباينة إلى حد كبير، مع أنصاف أعمار تتراوح من كسور من الثانية وصولاً إلى عشرات المليارات من السنوات، فكذلك تزوِّد الجيناتُ المختلفة بمدى هائل من الساعات الجزيئية، ملائمة لمعرفة وقت التغير التطوريّ على مقاييس تتراوح من مليون إلى مليار سنة، وكل المراحل ما بينهما. تماماً كما أن كل نظير نشط إشعاعياً له نصف عمره المميز، فكذلك كل جين له معدل تحول مميز. أي معدل تتجه وفقاً له نموذجياً الطفرات الجديدة إلى التثبت بالصدفة العشوائية. فجينات الهيستونات Histone تتحول على نحو مميز بمعدل طفرة واحدة لكل مليار سنة. أما جينات الفيبرينوببتيدات Fibrinopeptide فأسرع

[1] وهو ما يُعرَف بالانجراف الوراثيّ_م.

ألف مرة، مع تحول بمعدل طفرة واحدة جديدة مثبتة لكل مليون سنة. أما جينات Cytochrome-C ومجموعة جينات الهيموجلوبين فلها معدلات تحول متوسطة، مع أزمنة للتثبت تُقاس بملايين أو عشرات ملايين السنوات.

لا الساعات الإشعاعية ولا الساعات الجزيئية "تدق" بنمط منتظم كساعة البندول أو ساعة اليد الرقمية. فلو أمكنك سماعها "تدق"، فستبدو مثل عداد جيجر Geiger counter، الساعات الإشعاعية تقوم بهذا حرفياً حيث أن عداد جيجر هو بالضبط ما كنت ستستعمله للاستماع إليها. لا يدق عداد جيجر بانتظام_كساعة اليد_بل يدق عشوائياً، فتأتي الدقات باندفاعات غريبة مرتبكة. ذلك ما سيبدو عليه الطفرات والتثبتات، لو كان يمكننا سماعهم على المقياس الزمني الجيولوجي الطويل على نحو هائل. لكن سواء "ارتبكت" كعداد جيجر أو "دقت" على نحو منتظم بندولي كساعة اليد، فإن الشيء المهم بشأن مسجل وقت هو أنه ينبغي أن يدق بمتوسط معدل معروف. وذلك ما تقوم به الساعات الإشعاعية، وما تقوم به الساعات الوراثية الجزيئية.

لقد قدَّمتُ الساعةَ الجزيئية بقولي أنها تفترض حقيقة التطور ولذلك لا يمكن أن تُستعمَل كدليل عليه. لكن الآن، بعد فهمنا كيفية عمل الساعة، فيمكننا أن نرى أني كنت متشائماً للغاية (متوقعاً للأسوأ). إن وجود جينات زائفة في حد ذاته، جينات عديمة الاستعمال غير مُترجَمة والتي تحمل تشابهاً ملحوظاً مع الجينات المفيدة، هو مثال مثاليّ لكيفية امتلاك الحيوانات والنباتات لتاريخها مكتوباً على كل أجزائها. لكن هذا موضوع يجب أن نؤجله للفصل القادم.

الفصل الحادي عشر: تاريخ مكتوب على كل أجزائنا

لقد بدأتُ هذا الكتابَ بافتراضي أن معلماً للغة اللاتينية اضطُر لتضييع الوقت والطاقة للدفاع عن فرضية أن الرومان[1] قد وُجِدوا على الإطلاق. فلنعد إلى تلك الفكرة، ونتساءل ما هي في الحقيقة الأدلة على الامبراطورية الرومانية واللغة اللاتينية. أنا أعيش في بريطانيا حيث_كما في بقية أورُبا_كتبت روما توقيعها على كل أجزاء الخريطة، ناحتةً طرقها في المنظر الطبيعي، مدخلةً كلمات لغتها خلال لغاتنا [*الأورُبية*] وتاريخها خلال آدابنا. سِرّ على طول سور هادريان، الذي ما زال اسمه المفضَّل (السور الرومانيّ). سرّ_كما سِرْتُ أحداً بعد أحد_في طريقٍ متعرج من مدرستي الداخلية في Salisbury الحديثة (بالمقارنة)، إلى الحصن الروماني المبنيّ من حجر الصوّان Sarum العتيق، وتناجى مع الأشباح المتخيلة للفيالق الميتة. اكتشف خريطة المساحة التفصيلية لبريطانيا. أينما ترى طريقاً طويلاً عتيقاً مستقيماً في الأرياف، خاصةً عندما يكون هناك فجوات من الحقول الخضراء بين امتداداتٍ للطريق أو مدق عربات كارَة [*كارّو*] مستقيم كالمسطرة بالضبط لو طابَقتَها، ستجد على الأغلب دوماً رمزاً رومانياً بجواره. إن آثار الامبراطورية الرومانية حولنا في كل النواحي.

الأجساد الحية_أيضاً_لها تاريخها مكتوباً على كل أجزائها. إنها مغطاة بالمرادف البيولوجيّ للطرق والحوائط والأنصاب التذكارية وكِسَر الخزفيات الرومانية، وحتى النقوش العتيقة منقوشة في الـDNA الحمض النوويّ الحيّ جاهزة لأن يفك تشفيرَها العلماء.

انتصاب الشعر بخشونة: عندما تكون بردانا، أو خائفاً على نحو سيء، أو تتأثر بالبراعة الفريدة لإحدى القصائد الأربعة عشرية [*السوناتة*] لشيكسبير، تُصاب بنتوآت كجلد الإوزة بلا ريش. لماذا؟ لأن أسلافك كانوا ثدييات اعتيادية مغطى كل جسدها بالشعر، والذي كان ينتصب أو ينحني بأمر ترموستات [*أداة تنظيم*] جسدية حساسة. ما إن كانوا يشعرون بالبرد للغاية، فكان ينتصب الشعر ليُزيد طبقَة الهواء المعزول المعاق. وما إن كانوا يشعرون بالحر للغاية، فكان يتسطح الفرو ليمكِّن حرارةَ الجسد من الانبعاث على نحو أسهل. في التطور اللاحق، "سُرِقَ" نظام انتصاب الشعر لأغراض التواصل الاجتماعي، وأصبح متضَمَّناً في (التعبير عن المشاعر)، إذ كان دارْوِن أحد أوائل من أدركوا هذا في كتاب له بذلك الاسم. لا يمكنني مقاومة الرغبة في مشاركتكم بعض السطور لـ"دارْوِن المعتَّق كالخمر" من ذلك الكتاب:

"إن السيد Sutton_حارس حدائق الحيوانات الذكيّ_قد لاحظ لأجلي بعناية الشيمبانزي والأورانج أوتان [إنسان الغابة]، وهو يصرِّح بأنهم عندما يخافون فجأة، كما بسبب عاصفة رعدية، أو عندما يتم إغضابهم، كما بمضايقتها، فإن شعورهم تصير منتصبة. لقد رأيت شيمبانزي أفزعه رؤية حمّال فحم زنجيّ، فانتصب الشعر على كل أجزاء جسده....لقد أخذت ثعباناً شبعاناً متخماً ووضعته في بيت القرود، فصار الشعر على العديد من أفراد النوع فوراً منتصباً...عندما أرَيْتُ ثعباناً متخماً لبِكَري Peccary (حيوان أمِركيّ شبيه بالخنزير)، انتصب الشعر بأسلوب رائع على طول ظهره، وهكذا يحدث يحدث عندما يُغضَب خنزير بري."

[1] توجد آثار رومانية ووطنية ذات طابع روماني كذلك بمصر والشام وشبه الجزيرة العربية، فيمكننا استعمال المثال لثقافة العرب (مع أني لدي ولدى الكثيرين خلط بين الرومان والروم الشرقيين البيزنطيين وتاريخ كليهما في المنطقة) أو أي مثال آخر كالفراعنة والسومريين والبابليين أو اليونان...إلخ_م.

إن شعر الرقبة ينتصب في الحظر. وفي الخوف أيضاً، يقف الشعر على أطرافه ليُزيد الحجم الظاهري وإبعاد المنافسين الخطرين أو المفترسين بالإخافة. حتى نحن القرود الجرداء لا يزال لدينا آلية نصب الشعر الغير موجود (أو الموجود بالكاد)، وندعوه نتوآت إوزية. إن آلية انتصاب الشعر هي أثر، تذكار مقدس لا وظيفيّ لشيء قام بوظيفة مفيدة لأسلافنا القاضين نحبهم منذ أمد بعيد. إن الشعر الأثريّ هو مثال واحد ضمن أمثلة كثيرة للتاريخ المكتوب على كل أجزائنا. إنها تؤلف أدلة مقنعة على أن التطور قد حدث، ومجدداً فإنها تأتي ليس من المتحجرات بل من الحيوانات المعاصرة.

كما رأينا في الفصل السابق، حيث قارنتُ الدولفين بسمكة ذات حجم معين مناظر مثل الدواردو dorado، فأنت لا تحتاج للبحث عميقاً داخل دولفين لتكتشف تاريخ أسلافه على الأرض اليابسة. فرغم مظهره الخارجي الانسيابي الشبيه بالسمكة، ورغم حقيقة أنه يعيش كامل معيشته في البحر وسرعان ما سيموت لو أُخْرِجَ إلى الشاطئ، إلا أن الدولفين_وليس الدورادو_له تمايل ثدييّ بريّ خلال كامل أساسه نفسه. له رئتان وليس خياشيم،وسيغرق كأي ثدييّ بريّ لو مُنِعَ من الصعود إلى الأعلى لأجل الهواء، ورغم أنه يستطيع حبس أنفاسه أطول بكثير من أي ثدييّ بريّ. بكل السبل المتنوعة، فإن جهاز تنفسه الهوائيّ قد غُيِّر ليتلاءم مع عالمه المائي. فبدلاً من التنفس من خلال فتحتين أنفيتين في نهاية خطمه كأي ثدييّ بريّ اعتياديّ، فإن له فتحة أنفية واحدة في قمة رأسه، والتي تمكنه من التنفس بمجرد اقتحام السطح. هذه الفتحة النافخة لها صمام محكم السد لإبقاء الماء خارجاً، وثقب واسع لتقليل الوقت المُحتاج له للتنفس إلى أدنى حد. في رسالة بعام ١٨٤٥ إلى الجمعية الملكية للعلوم_والتي من المرجح تماماً أن دارْوِن كزميل بها قد قرأها_كتب Francis Sibson Esq.: "إن العضلات التي تَفتَح وتُغلِق الثقبَ النافخ، والتي تتحرك فوق الجيوب العديدة، تُكَوِّن أحدَ أكثر الأجزاء المُعدَّلة تعقيداً وأيضاً روعةً لآلية تقدمها سواء الطبيعة أو الفن."

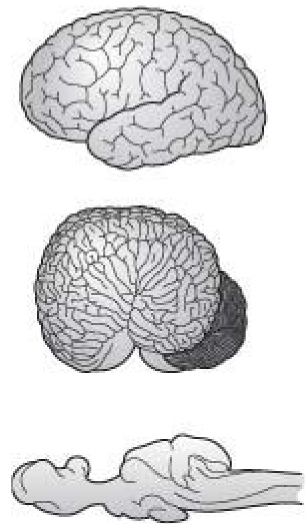
يمتد الثقب النافخ للدولفين إلى أطوال كبيرة لتصحيح مشكلةٍ ما كانت لتنشأ قط على الإطلاق لو كان فحسب يتنفس بخياشيم، كسمكة. والكثير من تفاصيل الثقب النافخ يمكن أن تُرَى كتصحيحات للمشاكل الثانوية التي نشأت عندما انتقل منفذ الهواء من المنخرين إلى قمة الرأس. إن مصمماً حقيقياً كان سيخططها في أعلى الرأس من الأول،هذا لو لم يقرِّر أن يلغي الرئتين ويفضِّل الخياشيم على كل حال. سنجد خلال هذا الفصل باستمرار أمثلة للتطور المصحِّح لـ"خطإ" أوليّ أو تذكار تاريخيّ بعمل تعويض أو تعديل لاحق، بدلاً من الرجوع إلى لوح الرسم كما كان ليفعل مصمِّمٌ حقيقيّ. على أية حال،فإن المدخل المتقن والمعقد إلى الفتحة النافخة هو شهادة بليغة على الأسلاف البعيدة للدولفين على الأرض اليابسة.

في نواحٍ أخرى لا تُحصَى، يمكن أن يُقال عن الدلافين والحيتان أن لديها تاريخها القديم مكتوباً على كل أجزائها وخلالها، كآثار الطرق الرومانية المنقوشة في مدقات عربات الكارَة [*الكارّو أو الكارتة*] وممرات مرور الخيول عبر خريطة بريطانيا. ليس لدى الحيتان رجلان خلفيتان، لكن هناك عظاماً ضئيلة، مدفونة عميقاً في داخلهم، والتي هي بقايا هيكل الحزام الحوضيّ والرجلين الخلفيتين لأسلافهم السائرة الراحلة منذ أمدٍ بعيد. نفس الأمر ينطبق على الخيلانيات [*حوريات البحر*] أو أبقار البحر (لقد أشرتُ إليها من قبل عدة مرات: خراف البحر والأُطُم وأبقار بحر Steller المنقرضة ذوات طول الثماني ياردات[١] التي اصطادها البشر حتى الانقراض[٢]). إن

[1] الياردة: وحدة قياس للطول تساوي٩١٤٤, من المتر_م.
[2] الخيلانيات: رتبة من الثدييات البحرية آكلة العشب البحري، إن صلتها بحوريات البحر الأسطورية ربما يكون العادة_التي تتشاركها مع أقاربها البرية التطورية الأفيال_الخاصة بإرضاع صغارها من أثداء صدرية. ربما البحارة المحرومون جنسياً الذين كانوا في البحر لوقت طويل جداً شاهدوا هذا من مسافة وحسبوها بالخطإ نساءً. أحياناً قيل أن رتبة الخيلانيات هي سبب أسطورة حوريات البحر.

الخيلانيات مختلفة جداً عن الحيتان والدلافين، لكنها المجموعة الأخرى الوحيدة لثدييات بحرية بالكامل لا تأتي على الشاطئ. وبينما الدلافين آكلات لحوم سريعة وذكية بفاعلية، فإن خراف البحر والأُطُم عاشبات بطيئة غافلة. عند المَرْبى المائيّ لخراف البحر الذي زرتُه في غرب فلورِدا بأمِركا. في تلك المناسبة لم أغضب من الموسيقى المُشغَّلة عبر مكبرات الصوت. لقد كانت موسيقى ناعسة ضحلة وبدت مناسبة على نحو خامل للغاية حتى أن الكل تسامح معها. تطفو خراف البحر والأُطُم بلا جهد بتوازنٍ ضغطٍ مائيٍّ (هيدروستاتيكيّ)، ليس بواسطة مثانة سباحة، كما تفعل الأسماك (انظر أدناه)، بل من خلال كونها مُعَدَّة بعظام ثقيلة كثقل مقابل لقابلية شحومها الطبيعية للطفو. لذلك فإن ثقل جاذبيتها الأرضية الخاص قريب للذي للماء، ويمكنها عمل تعديلات بسيطة عليها بسحب أو تمديد القفص الصدريّ. تُزاد دقة تحكمها الطفويّ بامتلاك تجويف خاص لكل رئة: لديها حجابان حاجزان مستقلان.

تنجِب الدلافينُ والحيتان، والأُطُم وخراف البحر أطفالاً أحياءً، ككل الثدييات. تلك العادة ليست خاصة في الحقيقة بالثدييات فقط، فالكثير من أنواع الأسماك تحمل الحيوات الجديدة داخلها، لكنها تفعل هذا بطريقة مختلفة جداً (حقيقةً بتنوع فاتن من الطرق المختلفة للغاية، والتي تطورت باستقلال بلا شك). إن مشيمة الدولفين ثديية على نحوٍ جليّ، وكذلك عادة إرضاع إناثه الصغار الحليبَ. ومخها كذلك فوق أي تساؤلٍ مخُ ثدييٍّ، بل وثدييٌ متقدم جداً في ذلك. إن القشرة المخية لثدييّ هي رقعة من مادة رمادية، ملتفة حول خارجيّ المخ. ليكون الكائن أذكى فهذا جزئياً يكمن في زيادة مساحة الرقعة الرمادية. هذا يمكن عمله بزيادة الحجم الكليّ للمخ،والجمجمة التي تشتمله. لكن هناك جوانب سلبية لامتلاك جمجمة كبيرة. فهي تجعل من الأصعب أن يولَد، لسبب واحد. لذلك كنتيجة، فإن الثدييات الذكية تحتال لزيادة مساحة الرقعة مع البقاء ضمن الحدود التي حددتها الجمجمة، وهم يفعلون ذلك بوضع كامل الرقعة في طيات وشقوق عميقة. هذا سبب أن المخ البشري يبدو كثمرة جوز مجعدة، وإن أمخاخ الدلافين والحيتان هن الوحيدات اللاتي ينافسن التي لدينا نحن فصيلة القرود العليا في التجعد. ليس لدى أمخاخ الأسماك تجعدات على الإطلاق. في الواقع، ليس لديهن قشرة مخية، ومجمل المخ ضئيل مقارنة بالذي لدولفين أو إنسان. إن التاريخ الثديي للدولفين محفورٌ بعمق في السطح المتجعد لمخه. إنه جزء من ثدييته، بجانب المشيمة والحليب والقلب ذي الأربع غرف والفك السفلي الذي له عظمة واحدة ودفء الدماء وكثير من السمات الأخرى الثديية على وجه التخصيص.



مخ بشريّ (الأعلى)، مخ دولفين (الوسط)، مخ تروت بنية [*السلمون المرقّط*] (الأدنى). لا تعكس الصور نسبية الأحجام

الكائنات "دافئة الدماء" هي ما ندعوه بالثدييات والطيور، لكن ما يمتلكونه في الحقيقة هو القدرة على إبقاء درجة حرارتهم ثابتة، بصرف النظر عن درجة الحرارة الخارجية. هذه فكرة تطورية جيدة، لأن التفاعلات الكيميائية في الخلية يمكن من ثم أن تُحسَّن كلها لتعمل على نحو أفضل عند درجة حرارة معينة. الحيوانات "باردة الدماء" ليست بالضرورة باردة. فالسحلية لها دم أدفأ من ثديي لو حدث أن كليهما كانا بالخارج في شمس الظهيرة بالصحراء. والسحلية لها دم أبرد من ثديي لو كانا خارجاً في الثلج. الثدييات لها نفس درجة الحرارة طوال الوقت، وهي تحتاج للعمل باجتهاد لتبقيها ثابتة، مستعملة آليات داخلية. بينما تستعمل السحالي وسائل خارجية لتنظيم درجة حرارتها، متحركة إلى الشمس عندما تحتاج إلى تدفئة أنفسها، وإلى الظل عندما تحتاج إلى تبريد أنفسها. تنظم الثدييات درجة حرارة أجسادها على نحو أكثر دقة، والدلافين ليست استثناءً. مرة أخرى، نجد تاريخها الثديي مكتوباً على كل أجزائها، رغم أنها ارتدت إلى الحياة في البحر، حيث لا تحافظ معظم الكائنات على درجة حرارة ثابتة.

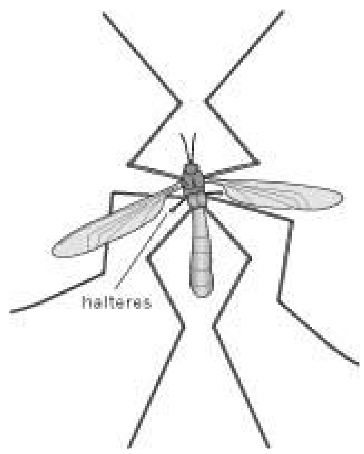
ما كان ذاتَ يومٍ جناحاً فخيماً

تعج أجساد الحيتان والخيلانيات بالتذكارات التاريخية التي نلاحظها لأنها تعيش في بيئة مختلفة جداً عن أسلافهم قاطني اليابسة. ينطبق مبدأ مشابه على الطيور التي فقدت عادةَ وتجهيزاتِ الطيران. ليس كل الطيور تطير، لكن كل الطيور تحمل على الأقل تذكارات معدات الطيران. إن النعام وطيور الإيمو راكضة سريعة والتي لا تطير أبداً، لكن لديها أرومتي جناحين كتراث من الأسلاف الطائرة البعيدة. علاوة على ذلك، لم تفقد أرومتا جناحي النعامة فائدتهما بالكامل. فرغم كونهما صغيرتين للغاية عن أن يمكن الطيران بهما، يبدو أن لهما نوعاً من دور التوازن والتوجيه في الركض، وهما يدخلان في العروض الاجتماعية والتزاوجية. إن جناحي طائر الكيوي أصغر بكثير من أن يُرَيا خارج غطاء الريش الرقيق للطائر، لكن التراكيب الأثرية لعظام الجناح موجودة. طيور الموا Moas فقدت جناحيها بالكامل. بالمناسبة، فإن موطنها بنيوزيلاند له أكثر من نصيبه العادل من الطيور غير الطائرة، على الأرجح بسبب أن غياب الثدييات ترك كوات بيئية متاحة لتُملأ من قِبَل أي كائنات يمكنها الوصول إلى هناك بالطيران. لكن هؤلاء الرواد الطائرين_بعد وصولهم على الأجنحة_بعد وصولهم على الأجنحة_فقدوها لاحقاً حينما شغلوا الأدوار البيئية الثديية الشاغرة على الأرض. هذا لا ينطبق على الأرجح على طيور الموا أنفسها، والتي في الحقيقة كان أسلافها غير طائرة بالفعل، قبل أن تنقسم قارة جُندوانا الجنوبية الكبيرة إلى شظايا_من بينها نيوزيلاند_كلٌ منها حامل حمولته من حيوانات جُندوانا. إنه ينطبق بالتأكيد على ببغاوات الكاكابو kakapos، ببغاوات نيوزيلاند غير الطائرة، والتي عاش أسلافها الطائرة على نحو واضح مؤخراً جداً، بحيث أن الكاكابو لا يزال يحاول الطيران رغم أنه يفتقد التجهيزات لينجح في ذلك. وبعبارة خالد الذكر دوجلاس آدامز Douglas Adams، في كتابه (آخر فرصة للرؤية):

"إنه طائر سمين للغاية. إن بالغاً جيد الحجم منه سيزن حوالي ٦ أو ٧ أرطال، وجناحاه بالكاد جيدان للقفز مقداراً ضئيلاً لو شعر أنه على وشك التعثر بشيء ما. لكن الطيران خارج التساؤل وغير محتمل تماماً. رغم ذلك_على نحو محزن_يبدو أن الكاكابو لم ينسَ فحسب كيفية الطيران، بل نسي أيضاً أنه قد نسي كيفية الطيران. فعلى نحو واضح، فإن ببغاء كاكابو قلق على نحو جديّ أحياناً ما يجري ويقفز من شجرة، وعندئذ يطير كقرميدة ويهبط في تكوم غير رشيق على الأرض."

بينما النعام وطيور الإيمو emus والرِيا rheas راكضات عِظام، فإن البطاريق وطائر غاق جالاباجوس غير الطائر سباحات عظام. لقد حظيتُ بفرصة السباحة مع طائر غاق غير طائر في بركة صخرية كبيرة على جزيرة إيزابيلا، ولقد فُتِنْت برؤية السرعة والرشاقة التي يبحث بها في صدعٍ تحت الماء تلو الآخر، باقياً تحت الماء لوقت طويل على نحو مذهل (كان لديَّ ميزة استخدام أنبوب التنفس للغوص). وبخلاف البطاريق، التي تستعمل جناحيها القصيرين لـ"تطير تحت الماء"، فإن طيور غاق أرخبيل جالاباجوس تدفع أنفسها برجليها القويتين وقدميها الشبكيتين الضخمتين، مستعملة جناحيها كموازنين فقط. لكن كل الطيور غير الطائرة_بما في ذلك النعام وما على شاكلته_والتي فقدت جناحيها منذ زمن ماضٍ طويل جداً، متحدرة على نحو واضح من أسلاف استعملتهما للطيران. لا مُلاحِظ متعقِّل يمكن أن يشك بجدية في حقيقة ذلك، ما يعني أن أي شخص سيفكر في هذا سيجد أنه صعب جداً_بالأحرى مستحيل_الشك في حقيقة التطور.

مجموعات عديدة من الحشرات_أيضاً_قد فقدت أجنحتها، أو قلصتها إلى حد كبير. فبخلاف الحشرات عديمة الأجنحة أولياً كحشرة السمكة الفضية [*مشهورة كعدوة لأصحاب الكتب والمخطوطات الورقية _م*]، فإن البراغيث والقمل قد فقدت الأجنحة التي كانت لدى أسلافها قديماً. ولإناث العث الغجري عضلات أجنحة ناقصة النمو وهي لا تطير. إنها لا تحتاج إلى ذلك، لأن الذكور تطير إليها، مجذوبة بإغراء كيميائي والذي يمكنها رصده من مقادير ضئيلة على نحو مذهل. لو كانت الإناث تتحرك مثل الذكور، لما عملت المنظومة على الأرجح، إذ خلال الوقت الذي سيطير فيه الذكر متبِّعاً الطريق الكيميائي المنجرف ببطء، سيكون مصدره قد تحرك! بخلاف معظم الحشرات، والتي لها أربعة أجنحة، فإن الذباب_كما يوحي اسمه اللاتينيّ Diptera_له جناحان فقط. لقد أصبح الزوج الثاني من الأجنحة مقلصاً إلى زوج من "الرِسْن". يتأرجح هذان كهراوات اللعب الهندية السريعة جداً، والتي يشابهانها، عاملتين كأداتي توجيه ضئيلتين. كيف نعرف أن الرسنين متحدران من جناحين سلفيين؟ لعدة أسباب. فهما يشغلان بالضبط نفس المكان في الفص الثالث للصدر كنفس الذي يشغله الجناحان الطائران في الفص الصدري الثاني (والفص الثالث أيضاً في حشرات أخرى). إنهما يتحركان بنفس نمط شكل الاتجاه إلى عقرب الساعة الثامنة كجناحي الذبابة. إن لهما نفس التنمي الجنينيّ كالجناحين، و_رغم كونهما ضئيلين_لو نظرتَ لهما بعناية_خاصةً خلال التنمي الجنينيّ_يمكنك رؤية أنهما جناحان معاقا النمو، معدلان على نحو جليّ من جناحين سلفيين، ما لم تكن مُنكِراً للتطور. يشهد لنفس المسألة، أن هناك ذباب فاكهة مُطفَّر، يُدعى بالمتطفرات الرئيسية homeotic mutants، والتي تنميها الجنينيّ غير طبيعيّ والتي تُنمِّي ليس رسنين بل زوجاً ثانياً من الأجنحة، كالنحلة أو أي نوع آخر من الحشرات.

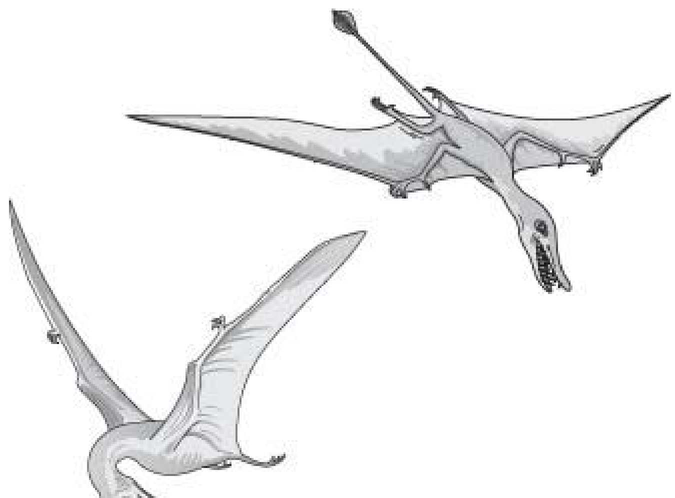


الرسنان في الذبابة طويلة الأرجل cranefly

كيف بدت المراحل المتوسطة بين الجناحين والرسنين ولماذا فضّل الانتخابُ الطبيعي المتوسطاتِ؟ ما هو استعمال نصف رسن؟ كان J. W. S. Pringle أستاذي القديم بجامعة أوكسفورد[1] المسؤول على نحو رئيسيّ عن اكتشاف كيفية عمل الرسنين. لقد أشار إلى أن أجنحة كل الحشرات لها أعضاء إحساس ضئيلة في القاعدة، والتي ترصد الالتواء والقوى الأخرى. إن عضوي الإحساس في قاعدة الرسنين مشابهان جداً، وهو دليل آخر على أن الرسنين جناحان معدلان. فمنذ وقت طويل قبل أن يتطور الرسنان، كان تدفق المعلومات إلى النظام العصبيّ من أعضاء الإحساس في قاعداتها [الأجنحة _م] يُمكِّن الأجنحة السريعة الطنّانة_أثناء الطيران_من العمل كأدوات توجيه بدائية. إلى أبعد حد فإن أي آلة طائرة غير مستقرة على نحو طبيعي، وهي تحتاج للتعويض بآلات معقدة، كمثالٍ أدوات التوجيه.

إن مجمل السؤال عن تطور الطائرين الثابتين وغير الثابتين مثير للاهتمام جداً. انظر إلى هذين الزاحفين المجنحين pterosaurs، الزواحف الطائرة المنقرضة، المعاصرة للديناصورات. أي مهندس طيران يمكنه أن يخبرك أن الـ*Rhamphorhynchus*، الزاحف المجنح المبكر في الصورة الأعلى، لابد أنه قد كان طائراً ثابتاً، بسبب ذيله الطويل ذي مضرب البينج بونج في نهايته. لم يحتَجْ *Rhamphorhynchus* تحكماً توجيهياً معقداً، كالذي لدى الذباب برسنيه. لأن ذيله جعله ثابتاً على نحو جوهري. من ناحية أخرى، فإن نفس المهندس يمكنه أن يخبرك إنه لم يكن قادراً على المناورة جداً. ففي أي آلة طائرة، هناك مقايضة بين الثبات والقدرة على المناورة. إن John Maynard Smith العظيم، الذي عمل كمصمِّم طائرات قبل عودته إلى الجامعة ليدرُس علم الحيوان (على خلفية أن الطائرات كانت مزعجة وعتيقة الطراز)، لفت الانتباه إلى أن الحيوانات الطائرة يمكنها التحرك خلال الزمن التطوريّ، إلى الأمام والخلف على طول طيف هذه المقايضة، فاقدةً في بعض الأحيان الثباتيةَ الملازمة كصفة جوهرية لصالح قدرة أزيد على المناورة، لكن الدفع مقابلها يكون في شكل آلات وقدرة تقديرية (قدرة المخ) مُزادَتين.

في الصورة الأدنى ترى *Anhanguera*، زاحف مجنح الإصبع pterodactyl متأخر من الحقبة الطباشيرية، بعد حوالي ٦٠ مليون سنة من *Rhamphorhynchus* من العصر الجوارسيّ. لم يكن لدى *Anhanguera* ذيل على الإطلاق تقريباً، مثل خفاش معاصر. ومثل خفاش، فإنه كان بالتأكيد طائرة غير ثابتة، معتمداً على الآلية والتقدير ليمارس تحكماً دقيقاً لحظةً بلحظة فوق أسطح طيرانه.



Rhamphorhynchus (الصورة العليا) و*Anhanguera* (الصورة السفلى)

[1] والذي اكتسب لمظهره الصارم ومشيته المتصلبة لقب "جون الضاحك" كدعابة ساخرة بين الطلبة.

لم يكن لدى *Anhanguera* رسنان، بالتأكيد. لقد استعمل أعضاء إحساس أخرى لتزويده بالمعلومات المماثلة، على الأرجح القنوات الهلالية للأذن الداخلية. لقد كانت تلك بالفعل كبيرة جداً في هذين الزاحفين المجنحين اللذين قد نظرنا إليهما في الصورة، رغم أنها كانت_على نحو مخيب إلى حد ما لفرضية Maynard_كبيرة في *Rhamphorhynchus* مثل *Anhanguera*.

لكن_عودةً إلى الذباب_يقترح Pringle أن الأسلاف رباعية الأجنحة للذباب كان لديها على الأرجح بطون طويلة، والتي كانت قد جعلتها ثابتة الطيران. عملت كل الأجنحة الأربعة كأدوات توجيه بدائية. ثم_حسبما يقترح_بدأ أسلاف الذباب بالتحرك على طول المدى [*الطيف*] الثباتي، طائرةً أكثر قدرة على المناورة وأقل ثباتاً. بينما كانت البطن تصير أقصر. بدأ الجناحان الخلفيان في الانتقال أكثر باتجاه وظيفة أداة التوجيه (والتي قد مارساها دوماً_على نحو محدود_كجناحين)، صائِرَيْنِ أصغر، وأثقل بالنسبة لحجمهما، بينما الجناحان الأماميان كبرا ليسيطرا أكثر على الطيران. لقد كان هناك تسلسل تدريجيّ من التغير، إذ تولّى الجناحان الأماميان عبء الطيران أكثر، بينما تقلص الجناحان الأماميان ليتوليا آليات توجيه الطيران.

فقدت النملات العاملة أجنحتها، لكن ليس القدرة على إنماء الأجنحة. لا يزال تاريخهن المجنَّح كامناً فيهن. نعلم هذا لأن ملكة النمل والذكور لديهم أجنحة، والعاملات هي إناث كان يمكن أن يصرن ملكات، لكنهن_لأسباب بيئية وليس جينية_أخفقن في أن يصرن ملكات[1]. على نحو مفترض فإن النملات العاملة فقدت أجنحتها في التطور لأنها مزعجة وتتأذى في الطريق تحت الأرض. الشهادة المؤلمة للعواطف على هذا تقدِّمها ملكات النمل، التي تستخدم أجنحتها مرة واحدة فقط، للطيران خارج عش مولدها، لتجد عشيراً، ثم تهبط لتحفر حفرةَ لعشٍ جديد. عندما يبدأن حياتهن الجديدة تحت الأرض فإن أول شيء يفعلنه هو فقدان أجنحتهن، في بعض الحالات بقطعها بالعض حرفياً، دليل مؤلم (ربما مؤلم، من يدري؟) على أن الأجنحة مزعجة تحت الأرض. لا عجب أن النملات العاملة لا تُنْمِي أجنحةً أبداً من الأصل.

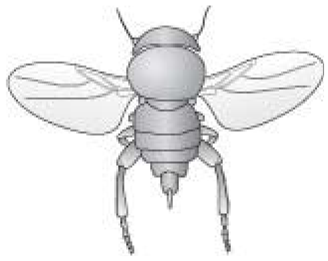


ذبابة متطفلة من أسرة السارقات Phoridae

لأسباب مماثلة على الأرجح، فإن أعشاش النمل وأعشاش الأَرَضة البيضاء[2] هي مأوى لمتطفلين اعتماديين من أنواع مختلفة عديدة، تتغذى على السقط الثريّ المنجرف بالتدفقات المندفعة دوماً من الباحثين عن الطعام العائدين. والأجنحة هي مجرد عائق لهن بنفس القدر التي هي به للنمل ذاته. من كان ليصدق ابداً أن الكائن القبيح في الصورة أعلاه هو ذبابة؟ إلا أننا نعلم من دراسة متأنية وتفصيلية

[1] إن اليرقات المقرر أن تصبح ملكاتٍ تُغذّى بإكسيرٍ خاص تفرزه غدد في رؤوس العاملات الحاضنات. إنه مهم جداً أن الفرق بين الملكات والعاملات محدد بيئياً وليس جينياً. لقد شرحتُ السببَ بالتفصيل في كتاب (الجين الأنانيّ).
[2] تُعرَف خطأً في اللغة العربية على نحو أشهر بالنمل الأبيض، لكنها ليست نملاً فهناك فرق تشريحي كبير بينهما_م.

لتشريحها ليس أنها ذبابة فحسب، بل وأن هذه المتطفلة على أعشاش الأرضة البيضاء تنتمي إلى أسرة معينة من الذباب، هي السارقات Phoridae . في الصورة أدناه عضو أكثر طبيعيةً من نفس الأسرة، والتي يُفترَض أنها تشابه إلى حدٍ ما الأسلاف المجنحة للكائن عديم الأجنحة العجيب في الصورة أعلاه، رغم أنها أيضاً متطفلة على الحشرات الاجتماعية، النحل في هذه الحالة. يمكنك رؤية التشابه رأسِ مِنجَلِيٍّ الشكل للكائن عجيب الشكل في الصورة أعلاه. وإن جناحي الكائن غريب الشكل مرئيان فقط كمثلثين صغيرين على كلا الجانبين.



ذبابة أخرى من أسرة Phoridae

هناك سبب إضافيّ لانعدام الأجنحة في هؤلاء الرعاع من المتسللين والمقتحمين في أعشاش النمل والأرضة. فالكثير منهن (ليس الذبابات السارقية Phorid) قد اتخذت خلال الزمن التطوريّ تشابهاً حامياً مع النمل، إما (أو كلاهما) لخداع النمل أو لخداع المفترسين الذين كانوا في حالة أخرى سيلتقطونهم من بين النمل الأقل استساغةً والأفضل حمايةً. من_باللمحة العَرَضية فقط_كان سيلاحظ أن الحشرة في الصورة أدناه_والتي تعيش في أعشاش النمل_ليست نملة على الإطلاق بل خنفساء؟ مرة أخرى، كيف نعرف؟ من التماثلات العميقة والتفصيلية مع الخنافس، والتي تفوق إلى حدٍ هائل السمات الخارجية السطحية التي تشابه الحشرة فيها نملةً: بالضبط نفس الطريقة التي نعلم بها أن الدولفين ثدييّ وليس سمكة. هذا الكائن لديه تاريخ أسلافه الخنفسيّ مكتوباً خلال كل أجزائه، ما خلا (مجدداً كما مع الدولفين) تلك السمات التي تحدد مظهره الخارجيّ، كانعدام أجنحته وشكله الشبيه بالنملة.



خنفساء متنكرة كنملة



ذابة محاكية للنمل

العيون المفقودة

تماماً مثلما فقدت النملات العاملات ورفقاء سفرها تحت الأرضيّ أجنحتهن تحت سطح الأرض، كذلك العديد من الأنواع المختلفة من الحيوانات التي تعيش في أعماق ظلام الكهوف أو تحت الأرض حيث لا ضوء قد قلَّصَت أو فقدت عيونها وهي_كما لاحَظ دارْوِن نفسه

_عمياء بشكلٍ كامل تقريباً. إن مصطلح "troglobite"[1] العائشين بـالكهوف قـد صيغَ للحيوانـات الـتي تعـيش فقـط في أظلـم جـزء مـن الكهوف والمتخصصة للغاية بحيث لا يمكنها الحياة بأي مكان آخر. يتضمن عائشو الكهوف سنمدراتٍ وأسماكاً وجمبرياً وجـراد البحـر crayfish [*قشريّ شبيه بالإستاكوزا أو الكركند يعيش بالماء العذب*] وكـثيرات أرجـل وعناكـب وصـرّارات الليـل [*الجدجـد، نـوع مـن الصراصير الليلية تُحدِث صوتاً*] والكثير من أنواع الحيوانات الأخرى. كثيراً جداً ما تكون [*العيون*] بيضاء، فاقدةً كل الصبغية، وعمياء. رغم ذلك، فإنها عادةً ما تحتفظ بأعضاء أثرية لا وظيفية للعيون، وذلك مقصد الإشارة إليها هنا. العيون الأثرية اللاوظيفيـة دليـلٌ علـى التطور. مسلِّمين بأن سمندر الكهف يعيش في ظلام دائم لذا ليس عنده استعمال للعينين، فلماذا كان سيُزوِّد خالقٌ إلهيّ رغم ذلك بعينين زائفتين، ذاتي علاقة على نحو واضح بالعيون لكن لا وظيفية؟

يحتاج التطوريون_من جانبهم_إلى تقديم شرح لفقدان الأعين حيثما لم يعد محتاجاً لها. لماذا_قد يُقال_"تتمسّك" بعينيـك، حتـى لـو كنتَ لا تستعملهما أبداً؟ ألعلها لا يمكن أن يتضح أنها ملائمة للاستعمال في وقـتٍ مـا في المسـتقبل؟ لمـاذا "سـتُزعِج" نفسَـك بـالتخلص منهما؟ لاحظ_بالمناسبة_مدى صعوبة مقاومة لغة العزم والقصدية والتشخيص. للكلام بدقة، لوجـب ألا أسـتعمل كلمـة مثـل "تنـزعج". لوجب أن أقول شيئاً مثل: "كيف يفيد فقدانُ العينين فردَ سمندرِ كهفٍ بحيث يكون أرجح بقاءً وتكاثراً من سمندر منافس يحتفظ بزوج كامل من العيون، حتى لو كان لا يستعملهما أبداً.

حسناً، إن العينين على نحو يقينيّ تقريباً ليست بلا تكلفة. فناهيك عن التكاليف الاقتصادية المعتدلة لصـنع عـين، فـإن محجـر عـين رطب_والذي يحتاج أن ينفتح على العالم ليؤوي مقلة العين الدائرة على محورها بسطحها الشفّاف_يمكن أن يكون عرضة للعدوى. مـن ثم فإن سمندر الكهف الذي يغطي عينيه تحت الجلد القوي للجسم قد يبقى حياً أفضل من فرد منافس احتفظ بعينيه.

لكن هناك طريقة أخرى لإجابة السؤال و_على نحو تعليميّ_لا تستعمل لغة الأفضلية على الإطلاق، ناهيك عن القصدية أو التشخيص. فعندما نتحدث عن الانتخاب الطبيعي، نفكر بمصطلحات ظهور الطفرات المفيدة النادرة وتأييد الانتخاب الطبيعي لها بإيجابيـة. لكـن معظم الطفرات ضارّة. لو قلنا فقط لأنها عشوائية وهناك طرق كثيرة لتصبح ضارة وأسوأ، أكثر من الطرق لتصبح مفيدة[2]. يزيل الانتخـاب الطبيعي الطفرات السيئة بحزم. الأفراد المالكة لها أكثر رجحاناً أن يموتوا أو أقل رجحاناً أن يتكاثروا، وهذا يزيـل آليـاً الطفـرات مـن الحوض الجينيّ. إن جينوم كل حيوان ونبات خاضع لقذف متواصل من الطفرات الضارة: عاصفة من السحجات. إن هذا يشبه إلى حد ما سطح القمر، والذي يصير على نحو متزايد منقَّراً بفوهات البراكين بسبب قذف الأحجار النيزكيـة المتواصـل. مـع اسـتثناآت نـادرة، ففي كل مرة يُضرَب جينٌ ذو علاقة بالعين_كمثالٍ_بطفرة مُغِيرة [*مهاجِمة*]، تصبح العين أقل وظيفيـةً بقليـل، أقـل قـدرةً بقليـل علـى الرؤية، أقل استحقاقاً بقليل لاسم "عين". في حيوان يعيش في النور ويستعمل حاسة البصر، فإن مثل تلك الطفـرات الضـارة (الأغلبيـة) تُزال من الحوض الجينيّ سريعاً بالانتخاب الطبيعيّ.

---

[1] نعم، troglobite وليس troglodyte التي تعني شيئاً أقل تطرفاً.

[2] هذا صحيح خاصةً بالنسبة للطفرات ذوات التأثير الكبير. تصور آلـة دقيقة، كراديو أو كمبيوتر. إن طفرة كبيرة مكافئة لركله بحذاء ذي مسامير ثقيلة، أو قطع سلك عشوائياً وإعادة توصيله في مكان آخر. إن هذا قد يحسِّن فحسب الأداء، لكن هذا ليس مرجحاً جداً. أما الطفرة الصغيرة_من ناحية أخرى_فمكافئة لعمل تعديل ضئيل، مثلاً لأحد المقاوِمات أو مقبض الصوت في راديو. كلما صغرت الطفرة، تقترب احتمالية التحسن لصيقاً من نسبة الـ٥٠%.

لكن في الظلام التام فإن الطفرات الضارة التي تقذف جيناتِ صنع العينين لا تُزال. فالرؤية مستحيلة على أي حال. إن عين سمندر الكهف مثل سطح القمر، مُنقَّرة بـ"فوهات البراكين الطفرية" التي لا تُزال أبداً. أما عينا السمندر القاطن للأماكن المضيئة فهما كسطح كوكب الأرض، تُضرَب بالطفرات بنفس معدل عيني قاطني الكهوف، لكن مع كون كل طفرة ضارة (فوهة بركان) تُزال بالانتخاب الطبيعي (عوامل التعرية في حالة الأرض). بالتأكيد، ليست قصة عيون قاطني الكهوف سلبية فحسب، فالانتخاب الطبيعي الإيجابي تدخَّل أيضاً لتأييد نمو جلد حامٍ على المحجرين المعرضين للتأذي للعينين المتدهورتين بصرياً.

بين التذكارات التاريخية الأكثر إثارة للاهتمام هي تلك السمات المستعملة لشيء ما (وبالتالي ليست تراكيب أثرية بمعنى تجاوزها لتاريخ الغرض منها باقيةً)، لكن تبدو مصمَّمة على نحو سيء لذلك الغرض. إن العين الفقارية في أفضل حالاتها_لنقل مثلاً عين صقر أو إنسان_هي آلة دقيقة رائعة، قادرة على إنجاز تحليل ضوئي رائع لينافس أفضل ما تستطيع صور نيجاتيف Zeiss أو Nikon تقديمه. لو لم يكن كذلك، لكانت Zeiss أو Nikon تضيع وقتها لإنتاج صور عالية الجودة لتراها أعيننا. من ناحية أخرى، فإن von Helmholtz _العالم الألمانيّ العظيم من القرن التاسع عشر (يمكنك أن تدعوه فيزيائياً، لكن إسهاماته في علم الأحياء وعلم النفس كانت أعظم)_قال عن العين: *"لو أراد صانع نظارات أن يبيع لي آلة لها كل تلك العيوب، فينبغي أن أعتقد أن لي الحق المبرر تماماً في لومه على إهماله بألفاظ قوية، رادّاً آلته له."*

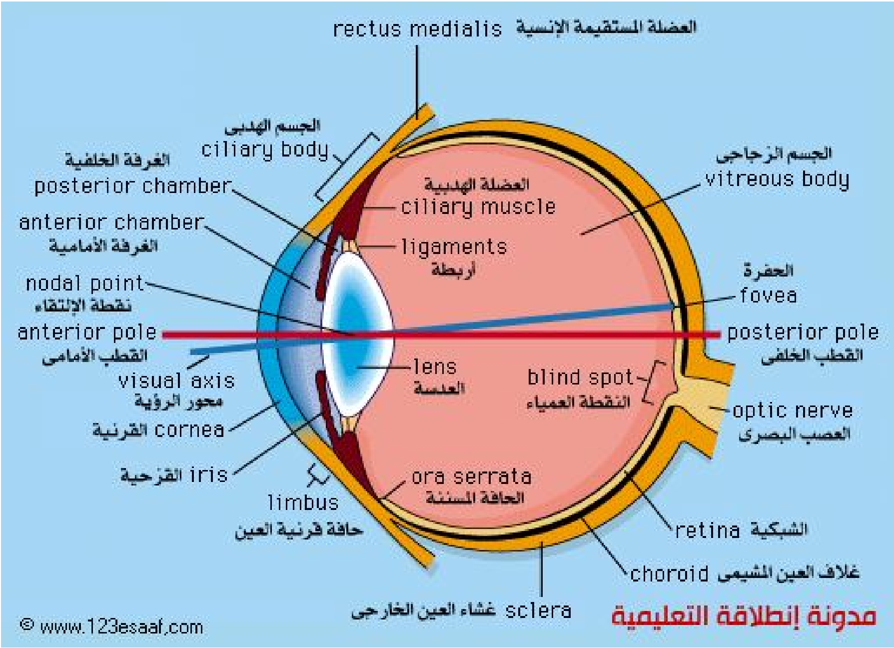
إن أحد أسباب كون العين تبدو أفضل مما حَكم به عليها Helmholtz_الفيزيائي_هو أن المخ يقوم بمهمة مدهشة من تصحيح للصور بَعْدِيّاً، كنوع من فوتوشوب آليّ بالغ التعقيد. حالما تُدرَس البصريات، فإن العين البشرية تنجز جودة تصويرها فقط في النقرة المركزية fovea، الجزء المركزي للشبكية الذي نستعمله للقراءة. عندما ننظر إلى منظر، فنحن نحرك النقرة على الأجزاء المختلفة، رائين كلاً منها بأقصى تفصيل ودقة. ويخدعنا "فوتوشوب" المخ للاعتقاد بأننا نرى كامل المنظر بنفس الدقة. إن صورة عالية الدقة لـZeiss أو Nikon تعرِض بالفعل كل المنظر بنفس الدقة تقريباً.

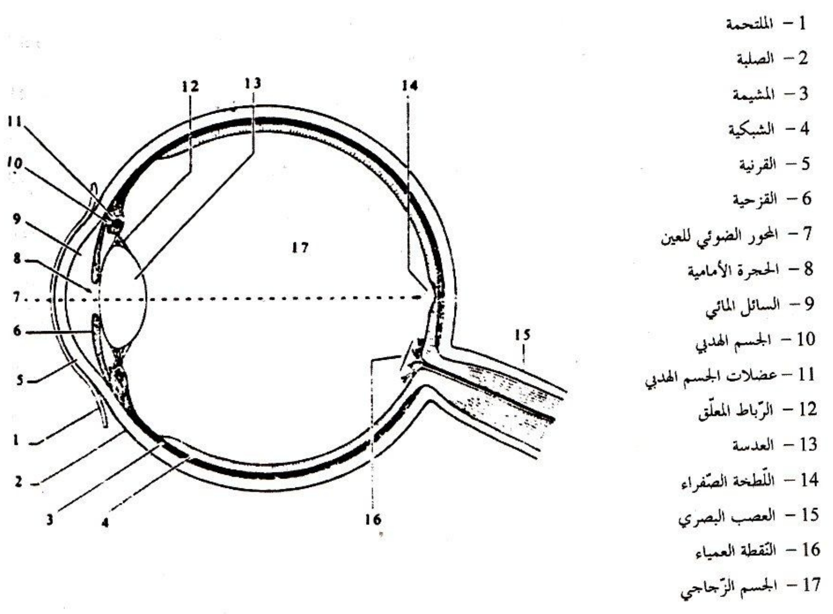
إذن، فما تفتقده العين في البصريات، يصلِحه المخ ببرمجته المعقَّدة المزيِّفة للصور. لكني لم أُشِر بعد لأكثر مثال فاضح لعيب البصريات. وهو عودة الشبكية إلى الأمام.

تصور أن "Helmholtz آخر الزمان" قدّم له مهندسٌ كامِرا رقمية، ذات شاشة من خلايا ضوئية، موضوعة لالتقاط الصور الواقعة مباشرةً على سطح الشاشة. ذلك منطقيّ على نحو جيد، وعلى نحو واضح فإن كل خلية ضوئية لها سلك متصل بها لتقوم بحيلة كمبيوترية من نوع ما حيث تفحَص الصُوَرَ نظامياً. ذلك منطقيّ مرة أخرى. لم يكن Helmholtz سيُعيدها.

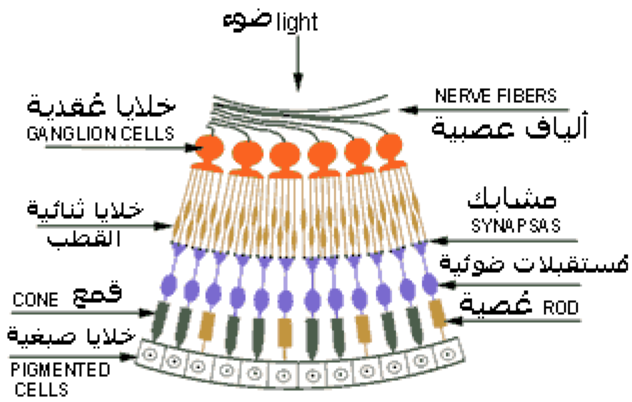
لكن الآن، هب أني أخبرتك أن "الخلايا الضوئية" للعين موضوعة إلى الوراء، بعيداً عن المشهد المنظور له. "الأسلاك" العصبية الموصلة للخلايا الضوئية بالمخ تمتد على كل سطح الشبكية، لذلك تحتاج أشعة الضوء للمرور من خلال سجادة من الأسلاك المتجمعة قبل أن تصل إلى الخلايا الضوئية. هذا ليس منطقياً، وما يزيد الأمر سوءً: أن إحدى عواقب تموضع الخلايا الضوئية إلى الخلف هو أن الأسلاك الحاملة للبيانات عليها المرور بطريقة ما من خلال الشبكية والعودة إلى المخ. ما تقوم به "الأسلاك" يتجمع متلاقياً كله في ثغرة خاصة في

الشبكية، حيث تغوص مخترقةً عبرها. تُدعى الثغرة المليئة بالأعصاب بالنقطة العمياء، لأنها عمياء لا رؤية عندها، لكن كلمة "النقطة" مهونة ومجاملة للغاية، لأنها كبيرة إلى حد ما، أشبه برقعة عمياء، والتي لا تزعجنا في الحقيقة كثيراً بسبب برمجة سوفت وير "الفوتوشوب[1] الأوتوماتيكيّ" في المخ. مرة أخرى، كان سيعيد هذا التصميم، قائلاً "إنه ليس فقط تصميماً سيئاً، إنه تصميمٌ أحمق تماماً".





العين البشرية



تفاصيل "الخلايا الضوئية" (العصبونات والمخروطيات)

هل هو كذلك؟ لو كان كذلك، ألم تكن العين لتكون مريعة في الرؤية، وهي ليست كذلك؟ إنها في الحقيقة جيدة جداً. إنها جيدة لأن الانتخاب الطبيعي_عاملاً كمصحح لتفاصيل صغيرة لا تُحصى_أسرَعَ بعد الخطإ الأصليّ من إنشاء الشبكية إلى الخلف، وأصلحها [العين] إلى آلة دقيقة عالية الجودة. إن هذا يذكرني بالملحمة البطولية لتلسكوب هوبل Hubble الفضائي. لعلك تتذكر ذلك، فعندما أُطلِقَ في عام ١٩٩٠م، اكتُشِفَ أن به عيباً كبيراً. بسبب خطأ غير مرصود في أداة التقويم عندما كان على الأرض يُحسَّن، فقد كانت المرآة الرئيسية على غير الشكل السليم على نحو ضئيل لكنه جديّ. كان التلسكوب قد أُطلِقَ إلى مدار، ثم اكتُشِفَ أنه معيب. وفي خطوة جريئة وبارعة الحيلة، أُرسِل رُوّاد فضاءٍ إلى التلسكوب، نجحوا في تصليحه بما يماثل النظارة. بعدئذٍ عمِلَ التلسكوبُ على نحو جيد تماماً، وأُنْجِزَت تحسيناتٌ لاحقة من قِبَل ثلاث مهمات صيانة. المقصد الذي أبتغيه هو أن عيبَ تصميمٍ كبيراً_حتى مثل خطإ تقويميّ فادح_يمكن أن يُصحَّح بسمكرة تالية، والتي يمكن لبراعتها وتعقيدها الدقيق_وفق الشروط الصحيحة_أن تُعوِّض الخطأ الأولي. في التطور عموماً، تتطلب الطفرات الكبيرة_حتى لو كانت تسبب تحسناتٍ في الاتجاه الصحيح عموماً_دائماً تقريباً الكثير من السمكرة

[1] Photoshop تنقيح وتحسين الصور_م.

اللاحقة، عملية شاملة بالكثير من الطفرات الصغيرة التي سرعان ما أتت لاحقاً وأيّدها الانتخاب الطبيعيّ لأنها تصقل الحواف الخشنة[1] التي تركتها الطفرة الكبيرة الأولية. هذا سبب رؤية البشر والصقور جيداً للغاية، رغم العيب الفادح في التصميم الأوليّ. يقول Helmholtz كذلك:

"الآن العين لديها كل عيب ممكن أن يوجد في آلة بصرية، وحتى أن بعضها فريد من نوعه، لكنها كلها مُعادَلة للغاية، بحيث أن عدم دقة الصور الناتجة عن وجودها [الأخطاء] نادراً جداً ما تتعدّى الحدود، تحت الظروف المعتادة للإضاءة، وهي الحدود المحدودة لحسَاسة الإحساس البصريّ بأبعاد المخروطيات الشبكية. لكن حالما نقوم بملاحظاتنا تحت ظروف متغيرة إلى حدٍ ما، نصير مدركين للشذوذ المتنافر، واللابؤرية astigmatism، والنقطة العمياء، والظلال الوريدية، والشفافية غير الكاملة للمواد الناقلة، وكل العيوب الأخرى التي قد تحدثتُ عنها."

تصميم غير ذكيّ

إن نمط أخطاء التصميم الكبيرة، المعوضة بسمكرة لاحقة، هو بالضبط ما لا ينبغي أن نتوقعه لو كان هنالك حقاً مصمِّمٌ عاملاً. ربما نتوقع أخطاءَ سوء حظ، كما في الانحراف الكروي لمرآة هوبل، لكننا لا نتوقع غباءً واضحاً، كما في الشبكية كونها مركَّبة من الخلف إلى الأمام. أخطاء فادحة من هذا النوع لا تأتي من التصميم الرديء بل من التاريخ التطوريّ.

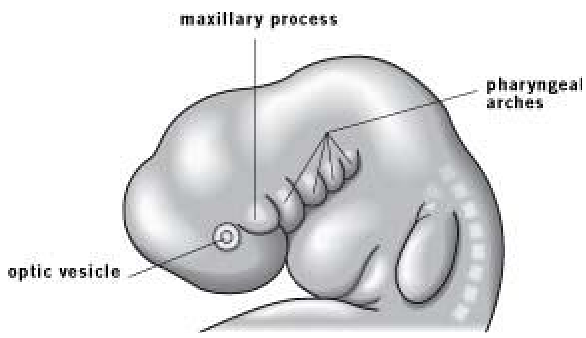
أحد الأمثلة المفضلة لي_منذ لفت نظري له البروفيسور J. D. Currey عندما درّبني كطالب جامعيّ_هو العصب الحنجريّ المرتد[2].إنه فرع من أحد الأعصاب الرأسية، وهي تلك الأعصاب التي تأتي مباشرةً من المخ بدلاً من الحبل الشوكيّ. أحد الأعصاب الرأسية، هو العصب المبهم vagus_يعني اسمه اللاتينيّ "المتجوِّل" وهو اسم ملائم_له فروع عديدة، يذهب اثنان منها إلى القلب، واثنان في كلا الجانبين إلى الحنجرة (صندوق الصوت في الثدييات). على كلا جانبي الرقبة، أحد فرعي العصب الحنجري يذهب مباشرةً إلى الحنجرة، متبعاً سبيلاً مباشراً كما قد يختار مُصَمِّم. أما الفرع الآخر فيذهب إلى الحنجرة من خلال التفاف مذهل. إنه يغوص إلى الأسفل إلى الصدر، ويلتف حول أحد الشرايين الرئيسية تاركاً القلب (شريان مختلف على كلا الجانبين اليسار واليمين، لكن المبدأ واحد)، ثم يتوجه عائداً عبر الرقبة إلى مقصده.

لو فكرتَ فيه كمنتَج للتصميم، فإن العصب الحنجري هو عارْ. كان Helmholtz سيكون لديه سبب أقوى ليرده أكثر من العين. لكن_ مثل العين_إن الأمر يكون منطقياً تماماً منذ اللحظة التي تنسى فيها فكرة التصميم وتفكر بدلاً منها في التاريخ. لفهم هذا، نحتاج إلى العودة زمنياً عندما كان أسلافنا سمكاً. السمك له قلب ثنائي الحجرات [أو التجاويف]، بخلاف قلبنا رباعي الغرف. إنه يضخ الدم عبر شريان رئيسي كبير يُدعى الشريان الأورطي (الأبهر) البطني. يتفرع عنه عادةً ستة أزواج من الفروع، تؤدي إلى الستة خياشيم على

---

[1] تشبيه يقصد به تحسن الأمور غير تامة التطور على أحسن وجه في أول الأمر_م.
[2] وهو مثال مفضل لزميلي Jerry A. Coyne، والذي يقدّم في كتابه (لماذا التطوّر حقيقة) شرحاً واضحاً لهذا المثال، والذي أحبِّذه، كما أوصي بكل كتابه الممتاز.

كلا الجانبين. من ثم يمر الدم صُعوداً من خلال الخياشيم حيث يصبح مزوّداً على نحو وافر بالأوكسوجين. فوق الخياشيم، يُجمَع الدمُ من قِبَل ست أزواج أخرى من الأوعية الدموية إلى شريان كبير آخر يمتد سَفَلاً في الوسط، يُدعى الشريان الأورطي الظهري، والذي يغذي باقي الجسد. إن الست أزواج من الشرايين الخيشومية هي دليل على تخطيط الجسد المُجزَّأ للفقاريات، والذي هو أوضح وأكثر جلاءً في السمك عما فينا. وعلى نحو بديع، إن هذا واضح جداً في الأجنة البشرية، والتي أقواسها البلعومية مستمدة من الخياشيم السلفية على نحو واضح، كما يمكن للمرء أن يعلم بالنظر إلى علم التشريح التفصيليّ. بالتأكيد إنها لا تعمل كخياشيم، لكن الأجنة البشرية ذوات عمر الخمسة أسابيع يمكن أن تُعتبَر كأسماك وردية ضئيلة، ذوات خياشيم. لا يمكنني الامتناع عن التعجب_مجدداً_ لماذا لم تطور الحيتان والدلافين، والأُطُم وخراف البحر لم تُعِد تطويرَ خياشيم وظيفية. إن حقيقة كونهم_ككل الثدييات_لديهم_في الأقواس البلعومية_السقّالة الجنينية [*التركيب المرحليّ المتوسط_م*] لتنمية الخياشيم توحي بأنه لا ينبغي أن يكون صعباً للغاية عمل ذلك. لا أدري لماذا لم يفعلوا، لكني متأكد تماماً أن هناك سبباً جيداً، وأن شخصاً ما آخر إما يعرفه أو كيفيةَ البحث بصدده.



الأقواس البلعومية في الجنين البشريّ

كل الثدييات لها تخطيط جسديّ مجزَّأ، لكن في الثدييات الناضجة_على عكس الأجنة_هذا واضح على نحوٍ مُواتٍ فقط في المنطقة الفقارية، حيث تتبع الفقرات والضلوع، والأوعية الدموية، وكتل العضلات (العضلات المقطعية النامية myotomes) والأعصاب تتبع كلها نمطاً من التكرار المعياري من الأمام إلى الخلف. كل قسم من العمود الفقري له عصبان كبيران يتفرعان من الحبل الشوكي على كلا الجانبين، يُدعيان الجذر الظهري والجذر البطني. تؤدي تلك الأعصاب وظيفتَها_أياً ما كانت_في جوار العمود الفقري الذي يتفرعون منه، لكن بعضها يمتد إلى الأسفل إلى الرجلين والبعض الآخر إلى الذراعين.

تتبع الرأس والرقبة أيضاً نفس التخطيط المقسَّم، لكن من الأصعب تمييز ذلك، حتى في السمك، لأن الأقسام_بدلاً من أن تكون موضوعة بإحكام في منظومة منتظمة أماماً وخلفاً كما هي في العمود الفقري، قد أصبحت كلها مختلطة خلال الزمن التطوري. لقد كانت إحدى انتصارات علم التشريح وعلم الأجنة المقارن في القرن التاسع وأوائل القرن العشرين هي تمييز الآثار الطفيفة للأقسام للأقسام في الرأس. كمثال، فإن القوس الخيشومي الأول في الأسماك عديمة الفك كأسماك الجلكي lampreys (وفي أجنة الفقاريات ذوات الفك) تقابل الفكين في تلك الفقاريات التي تملكهما (أي كل الفقاريات المعاصرة عدا نوعي الأسماك عديمة الفك الوحيدين اللذين لم ينقرضا: أسماك الجلكي وأسماك الشيطان أو النقّاف[1] hagfishes).

[1] سمك النقّاف أو الجريث سمك بحري بدائي صغير يتعلق بالأسماك الأخرى بفمه الماص عديم الفك ثم يحفر بأسنانه في أجسامها ويأكلها_م.

أيضاً الحشرات والمفصليات الأخرى كالقشريات_كما رأينا في الفصل العاشر_لديها تخطيط جسد ذي أقسام. وقد كان نصراً مشابهاً لعلم التشريح البرهنة على أن رأس الحشرة يتضمن_مرة أخرى_أول ستة فصوص مدموجة مختلطة جميعاً لما كان_في أسلافها البعيدة_سلسلة من الوحدات كبقية الجسم تماماً. لقد كان نصراً لعلمي الأجنة والوراثة في أواخر القرن العشرين البرهنة على أن تجزؤ الحشرات وتجزؤ الفقاريات_عوضاً عن أن يكون مستقلاً أحدهما عن الآخر كما قد عُلِّمْتُ_تنظمها في الحقيقة مجموعات متماثلة من الجينات، ما يُعرَف بجينات hox، والتي هي متشابهة على نحو يمكن تمييزه في الحشرات والفقاريات وحيوانات كثيرة أخرى، وأن تلك الجينات توضَع حتى في نفس الترتيب المسلسَل الصحيح نفسه في الكروموسومات! إن ذلك شيء لم يكن ليحلم به أحد من مُعَلِّمِيَّ عندما كنتُ أُعَلَّم كطالب جامعي أن تجزؤ الحشرات والفقاريات نشأ باستقلال تام. إن الحيوانات من الشُعَب المختلفة (كمثال، الحشرات والفقاريات) أكثر تشاركاً بكثير مما اعتدنا الاعتقاد في الماضي على الإطلاق. وذلك_أيضاً_بسبب السلفية المشتركة. إن تخطيط hox كان قد وُضِعَ له المخطَّط المبدئي في السلف الأقدم لكل الحيوانات متناظرة الجانبين. إن كل الحيوانات هي أقارب أوثق بكثير مما اعتدنا أن نعتقد في الماضي.

بعودتنا للحديث عن الرأس الفقاري، يُعتقَد أن الأعصاب الرأسية هي أكثر متحدرات الأعصاب الفصوصية أو أعصاب الأقسام تنكراً، والتي كانت تؤلِّف_في أسلافنا البدائيين_الطرف الأمامي لسلسلة الجذور العصبية الظهرية والبطنية، تماماً كتلك اللاتي يتفرعن عن عمودنا الفقري. وإن الأوعية الدموية الكبرى لصدرنا هي التذكارات والبقايا لما كان ذات يومٍ أوعية دموية للأجزاء على نحوٍ واضح وتُغذِّي الخياشيم. يمكنك القول أن الصدر الثدييّ قد تلاعب في النمط التجزئي للخياشيم السمكية السلفية، بنفس الطريقة التي في وقت أقدم تلاعب رأس السمكة بالنمط التجزئي لأسلاف أكثر قدماً.

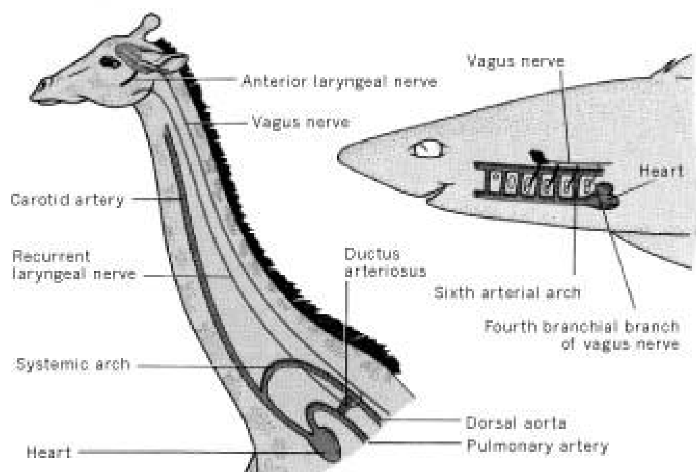
الأجنة البشرية أيضاً لديها أوعية دموية تمد "خياشيمها"، والتي هي مشابهة جداً للتي للسمك. فهناك شريانان أورطيان بطنيان، واحد على كل جانب، مع أقواس أورطية للأجزاء، واحد لكل "خيشوم" على كل جانب، متصلاً بأورطيين ظهريين. تختفي معظم هذه الأوعية الدموية التجزُئية تختفي بنهاية التنمي الجنينيّ، لكنه واضح بجلاء كيف أن النمط الناضج قد اُستُمِدَ من التخطيط الجنينيّ وكذلك السلفيّ. لو أنك نظرتَ إلى الجنين البشري عند حوالي ٢٦ يوماً بعد العَلَق بالجنين سترى أن إمداد الدم للـ"خياشيم" يشابه على نحو قويّ إمداد الدم التجزئيّ لخياشيم سمكة. خلال الأسابيع التالية الخاصة بالحمل يصبح نمط الأوعية الدموية مُبسَّطاً على مراحل وتفقد تماثلها الأصلي، وبمرور الوقت فإن الرضيع الذي سيولَد يصبح نظامه الدوري منحرفاً جهة اليسار إلى حد كبير، على الخلاف تماماً من التماثل الصرف للجنين المبكر الشبيه بالسمكة.

لن أخوض في التفاصيل المربكة عن أي أورطياتنا الصدرية الكبيرة يتبقى من الست أورطيات الخيشومية. كل ما نحتاج أن نعرفه_لنفهم تاريخ عصبنا الحنجري المرتد_هو أن في السمك يكون للعصب المُبهَم vagus فروع تمد آخر ثلاثة من الست خياشيم، وطبيعي بالنسبة لهن_بناءً على ذلك_أن يمررن خلف الشرايين الخيشومية الملائمة. فليس هناك في الأسماك شيء "مرتدّ" أو مرتجع بصدد هذه الفروع: فهن يسعين إلى الأعضاء المستهدَفة النهائية، الخياشيم، بأكثر السبل مباشرةً ومنطقيةً.

إلا أنه خلال تطور الثدييات امتدت الرقبة (لا تملك الأسماك رقاباً) واختفت الخياشيم، بعضها تَحوَّل إلى أشياء مفيدة مثل الغدتين الدرقية والجاردرقية، والأجزاء والقطع العديدة التي تتحد لتُكَوِّن الحنجرة. هذه الأشياء المفيدة_بما في ذلك أجزاء الحنجرة_تستقبل إمدادَها الدموي واتصالاتِها العصبية من المتحدرات التطورية للأوعية الدموية والأعصاب التي كانت ذات يومٍ تغذّي الخياشيمَ في تسلسل منظَّم. وبينما تطورت أسلاف الثدييات أكثر فأكثر بعيداً عن أسلافها الأسماك، وجدت الأعصاب والأوعية الدموية نفسَها مدفوعةً وممطوطةً في اتجاهات مربكة، مما حرّف علاقتها المكانية أحدها إلى الآخر. أصبح الصدر والرقبة الفقاريين متداخلين على نحو مربك، على النقيض من التكرر المتسلسل المتماثل بدقة للخياشيم السمكية. وأصبح العصب الحنجري المرتجِع أكثر من ضحية مُبالَغ بها على نحو عاديّ لهذا التحريف.

تُظهِر الصورة أدناه_من كتاب دراسي لعام ١٩٨٦ من تأليف Berry and Hallam_كيف أن العصب الحنجري يفتقد الالتفاف في سمكة القرش. لتوضيح السبيل الملتف في الثدييات، اختارا أكثر مثال مذهل ممكن، وهو الزرافة.

في شخص، فإن السبيل الذي يتخذه العصب الحنجري المرتد يمثله التفاف من ربما عدة بوصات. لكن في الزراف، فإن الأمر أكثر من مزحة، إذ يأخذ التفافاً من أكثر من ربما ١٥ قدماً في البالغ الكبير! في اليوم الذي أعقب يوم ذكرى دارْوِن بعام ٢٠٠٩ (الذكرى المئتين لعيد ميلاده) حظيت بفرصة قضاء يوم كامل مع فريق من علماء التشريح المقارن وعلماء الأمراض الحيوانية في الكلية البيطرية الملكية Royal Veterinary College قرب لندن، والذين كانوا يُشرِّحون زرافة صغيرة كانت قد ماتت للأسف في حديقة حيوان. لقد كان يوماً يستحق الذكر، لقد كانت تجربة عجيبة في المعظم لي. لقد كان مسرح العملية مسرحاً على نحو حرفيّ، مع جدار من لوح زجاجي يعزل منصة المسرح عن الكراسي الأوطأ حيث كان الطلاب البيطريون يشاهدون لساعات متصلة، لقد جلسوا طوال النهار_لابد أن هذا كان خارجاً تماماً عن السياق الطبيعي لخبرتهم كطلبة_في المسرح المظلم وحدَّقوا خلال الزجاج على المشهد المضاء بتألق، مستمعين إلى الكلام المتحدث به فريق التشريح، الذين ارتدوا جميعاً مكبرات صوت محمولة، كما فعلتُ أنا وفريق الإنتاج التلِفْزيونيّ لتصوير فيلم وثائقي مستقبلي على القناة الرابعة. كانت الزرافة قد وُضِعَت على طاولة تشريح كبيرة ذات زاوية، مع رفع أحد رجليها في الهواء بخطاف وبكرة، فيما عُرِضَت رقبتها الضخمة والمعرضة للتشريح على نحو مؤثر تحت الأضواء المتألقة، على نحو واضح. كنا كلنا على جانب الزرافة من الحاجز الزجاجي ملتزمين بتعليمات مباشرة بارتداء وزرات[1] برتقالية وأحذية طويلة الرقبة بيضاء، والتي عَزَّزَت على نحوٍ ما السمة الشبيهة بالحلم لذلك اليوم.



العصب البلعومي في القرش والزراف

[1] ملابس للوقاية من الاتساخ والتلوث، coveralls_م.

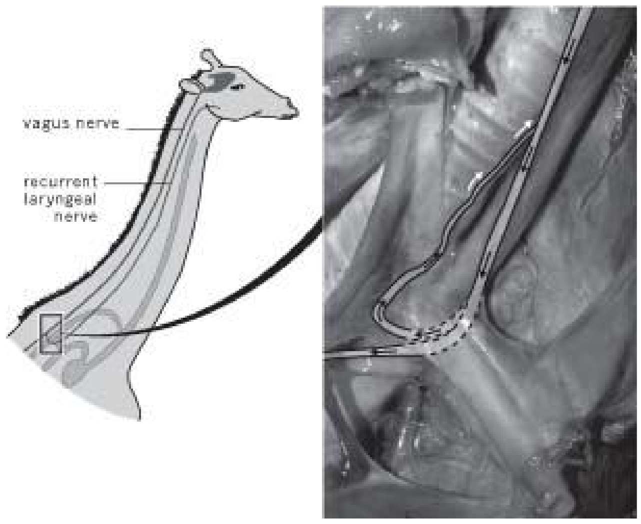
إن مما يشهد على طول المسار الملتف الذي اتخذه العصب الحنجري المرتد أن الأعضاء المتعددين لفريق علماء التشريح عملوا في آنٍ واحد على أجزاء مختلفة من العصب: الحنجري قرب الرأس، والارتداد ذاته قرب الرأس، وكل المراحل ما بينهما، دون أن يعترض أحدهم طريق الآخر، وبالكاد محتاجين لأي تواصل مع بعضهم البعض. فصلوا بصبر الامتداد الكامل للعصب الحنجري المرتد للزرافة، وهي مهمة عسيرة لم تكن قد أُنجِزَت_على حد ما نعلم_منذ قيام Richard Owen رِتشارد أُوِن بها، عالم التشريح العظيم من عصر الملكة ڤيكتوريا، في عام ١٨٣٧. لقد كانت مهمة صعبة، لأن العصب الحنجري ضيق جداً، حتى أنه أشبه بالخيط في القسم المرتدّ منه (أفترض أنه ينبغي أني أعلم ذلك، لكنها مع ذلك كانت كمفاجأة عندما شاهدته على نحو حقيقي) ومن السهل فقده في وسط الشبكة المعقدة من الأغشية والعضلات التي تحيط بالقصبة الهوائية. في رحلته باتجاه الأسفل، فإن العصب (في تلك المرحلة محزوماً مع العصب المُبْهَم الأكبر) يمر من خلال الحنجرة لعدة بوصات، والتي هي [*الحنجرة*_م] وجهته النهائية. إلا أنه يواصل طريقه إلى الأسفل ماراً بكامل طول الرقبة قبل أن يلتف ويعود راجعاً كاملَ الطريق مجدداً. لقد كنت متأثراً للغاية بمهارة البروفيسورين Graham Mitchell and Joy Reidenberg والخبراء الآخرين القائمين بالتشريح، ووجدت أن احترامي لرِتشارد أُوِن[1] (خصم دارْوِن ونظريته القاسي) يتنامى. رغم ذلك، فإن أُوِن Owen الخلقيّ أخفق في استخلاص الاستنتاج البيِّن: أيْ مصمِّم ذكيّ واعٍ كان سيوقف العصب الحنجري عن طريقه الطويل إلى الأسفل، مستبدلاً رحلة من عدة أمتار (في الزرافة) بأخرى من سنتيمترات قلائل.

وناهيك عن إهدار الموارد المتضمَّن في عمل عصب بمثل هذا الطول، فلا يمكنني الامتناع عن التساؤل عما إذا كانت صوتيات الزرافة عرضة للتأخير والتعويض، مثل مراسل أجنبي إعلامي يتحدث عبر اتصال قمر صناعي. لقد قال أحد المرجعيات العلمية: "*رغم امتلاكها حنجرة متطورة على نحو جيد وطبيعة اجتماعية، فإن الزراف قادر فقط على النطق بأصوات منخفضة شبيهة بالأنين أو ثغاء*". إن زرافة متثئِتَة هو تصور محبب، لكنني لن أنقاد له. النقطة الهامة هي أن كل هذه القصة عن الالتفاف هي مثال رائع لكيف أن الكائنات الحية أبعد ما تكون عن كونها مصمَّمة جيداً. و_بالنسبة لعالم تطور_السؤال المهم هو لماذا لم يعمل الانتخاب الطبيعي كما كان ليفعل مهندسٌ: العودة إلى لوح الرسم وإعادة تنظيم الأشياء بأسلوب معقول. إنه نفس السؤال الذي نقابله مراراً وتكراراً في هذا الفصل، ولقد حاولتُ الإجابة عليه بطرق عديدة. إن العصب الحنجري الملتف مناسب لإجابة بمصطلح ما يسمّيه الاقتصاديون (تكلفة الإضافة) *أو التكلفة الهامشية* marginal cost.

بينما استطالت رقبة الزرافة ببطء خلال الزمن التطوري، ازدادت تدريجياً تكلفة الالتفاف، سواء التكلفة الاقتصادية أو تكلفة "التَئتئة"، مع التأكيد على كلمة "تدريجياً". لقد كانت تكلفة الإضافة لكل ملّيمتر زيادة ضئيلة. بينما بدأت رقبة الزرافة تقترب من طولها الحالي المثير للإعجاب، فربما بدأت التكلفة الكلية للالتفاف بالاقتراب من النقطة حيث_نظرياً_كان ليكون فرد مطفَّر يبقى حياً أفضل لو فَصَل نسيجُ عصبه الحنجري المتحدرُ من أسلافه نفسَه عن حزمته مع العصب المبهم وارتحل من خلال الثغرة الضئيلة للحنجرة. لكن الطفرة المستلزَمة لتحقيق هذه الارتحالة عبره ستحتاج أن تنشئ تغيراً كبيراً، حدثاً ثورياً مفاجئاً في عملية التنمي الجنينيّ. من المرجح جداً أن الطفرة الضرورية ما كان ليصادِف أن تنشأ على أية حال. وحتى لو حدث، فربما كان لها أضرار تماماً، لا يمكن تفاديها في أيّ تغير مفاجئ كبير خلال سياق عملية حسّاسة ودقيقة. وحتى لو كانت هذه الأضرار سيَرجُحُها آخرَ الأمر فوائدُ تجاوزِ الالتفاف، فإن

[1] عالم أحياء عظيم، من الآباء المؤسسين لعلم التشريح الحديث وعلمي التصنيف والمتحجرات، وهو مبتكر اسم الديناصور لفصيلة الزواحف المنقرضة تلك، إلا انه مشهوربخصامه اللجوج لدارْوِن وتعصبه للتفكير التقليدي وآمن بأن الأنواع تظل ثابتة بلا تغيير تقريباً عبر الزمن_م.

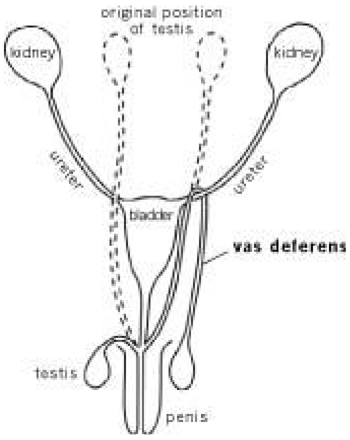
تكلفة الإضافة لكل مليمتر من زيادة الالتفاف ضئيلة مقارنةً مع الالتفاف المثير الكامل. حتى لو كان حل العودة إلى لوح الرسم كان سيكون حلاً أفضل لو أمكن تحقيقه، فإن البديل المنافس كان مجرد زيادة ضئيلة على الالتفاف الموجود، وكانت تكلفة الإضافة لهذه الزيادة الضئيلة صغيرة. أصغر_كما أُحْدِس_من تكلفة (التغير الثوريّ الكبير) المتطلّب لإحداث الحل الأكثر براعةً.



الالتفاف الذي يقوم به العصب الحنجريّ في الزرافة

كل ذلك هو بالإضافة إلى النقطة الرئيسية، والتي هي أن العصب الحنجريّ المرتدّ في أي ثدييّ هو دليل جيد ضد فكرة وجود المصمم. وفي حالة الزرافة يصير الأمر مشهدياً لا جيداً فقط! فإن ذلك الالتفاف الطويل على نحو عجيب نزولاً بطول رقبة الزرافة وعودةً بالصعود مجدداً هو بالضبط نوع ما نتوقعه من التطور بالانتخاب الطبيعي، وبالضبط ما كنا لن نتوقعه من أي نوع من المصمم الواعي الذكيّ.

إن George C. Williams هو أحد أكثر علماء الأحياء التطورية تقديراً (حكمته الهادئة وملامحه الصلبة تذكر بأحد أكثر رؤساء أمِركا تقديراً). لفتَ وليامز النظر إلى التفاف آخر، مشابه للذي اتخذه العصب الحنجري المرتد، لكن في الطرف الآخر من الجسم. إن القناة المنوية هي الأنبوب الذي يحمل الحيوانات المنوية من الخصية إلى القضيب. إن أكثر الطرق مباشرة هو الطريق المتخيَّل المعروض بخطوط متقطعة في الجانب الأيسر من الرسم. فهو يتخذ التفافاً سخيفاً حول الحالب، وهو القناة التي تحمل البول من الكلية إلى االمثانة. فلو كان مصمَّماً، فما كان يمكن لأحد أن ينكر جدياً أن المصمِّم قد ارتكب خطأً سيئاً. لكن_تماماً كما في حالة العصب الحنجري المرتد_ كل شيء يصبح واضحاً عندما ننظر إلى التاريخ التطوري. إن الموقع الأصلي المرجح للخصيتين يظهر في الرسم التوضيحي بخطوط منقَّطة متقطعة (الصورة أدناه). عندما_في سياق تطور الثدييات_انحدرت الخصيتان إلى موضعهما الحاليّ في كيس الصفن (لأسباب غير واضحة)، لكن كثيراً ما يُعتقد أنها مرتبطة بالمناخ)، اتخذت القناة المنوية لسوء الحظ الطريق الخطأ ملتفة حول الحالب. بدلاً من إعادة تصحيح مسار القناة، كما كان أي مصمم عاقل ليفعل، استمر التطور ببساطة في إطالتها. مرة أخرى، كانت تكلفة الإضافة لكل زيادة طفيفة في طول الالتفاف صغيرة. مجدداً، إنه مثال بديع على خطأ أوليّ بأسلوب التصحيح اللاحق البَعْديّ، بدلاً من تصحيحه على نحو ملائم بالرجوع إلى لوح الرسم. إن أمثلة كهذه يجب بالتأكيد أنها تقوِّض موقف متعشّقي "التصميم الذكيّ".



سبيل القناة المنوية من الخصية إلى القضيب في مسار ملتفّ

يعج الجسد البشريّ بما قد نسميه_بأحد أنواع الفهم_عيوباً، لكن_بفهم آخر_ينبغي أن نراها كتسويات لا مفر منها ناتجة عن تاريخ سلفيّ طويل للتحدر من أنواع أخرى من الحيوانات. إن العيوب محتومة عندما يكون "الرجوع إلى لوح الرسم" ليس خياراً متاحاً. عندما يمكن تحقيق التحسينات فقط بعمل تعديلات مضافة على ما هو موجود بالفعل. تخيل ما كان سيكون عليه المحرك النفاث من فوضى لو أُجبر Sir Frank Whittle and Dr Hans von Ohain_مخترعيه المستقلين عن بعضهما_على العمل وفق قاعدة تقول: "ليس مسموحاً لك بالبدء بورقة فارغة على لوح رسمك. عليك أن تبدأ مع محرك مروحيّ والتغيير فيه، قطعة واحدة كل مرة، برغياً تلو آخر، مسمار برشام تلو آخر، من محرك مروحيّ "سلفيّ" إلى محرك نفّاث "متحدر". ولإزادة الأمر سوءً، ينبغي أن تكون كل الأشكال المتوسطة قادرة على الطيران، وكل واحد في السلسلة ينبغي أن يصير على الأقل تحسناً طفيفاً على سابقه. بوسعك أن ترى أن المحرك النفاث الناتج كان سيعج ويثقل بكل أنواع التذكارات التاريخية والأشياء الشاذة والعيوب. وكان سيتلازم مع كل عيب إضافة مرهقة من الأعمال غير المتقنة والتصحيحات والحلول السيئة التعويضية، كل واحد قائم بأفضل ما بوسعه بخصوص المنع سيء الحظ ضد العودة إلى لوح الرسم (لو كان يوجد).

لقد وضّحنا المسألة، لكن نظرة أقرب إلى الابتكارات البيولوجية التطورية قد توحي بتشبيه آخر مختلف عن حالة المحرك المروحي والمحرك النفّاث. من المرجح تماماً أن ابتكاراً جديداً هاماً (المحرك النفاث في تشبيهنا) كان ليتطور بيولوجياً ليس من عضو قديم كان يؤدي نفس الوظيفة (المحرك المروحي في حالتنا) بل من شيء ما مختلف تماماً، والذي كان يؤدي وظيفة مختلفة تماماً. كمثال جيد: عندما بدأت أسلافنا السمكية في تبني تنفس الهواء، فإنهن لم يعدِّلن خياشيمهن لعمل رئة (كما فعلت بعض الأسماك الحديثة متنفسة الهواء، كسمك المياه العذبة المتسلق *Anabas*). بدلاً من ذلك، فقد عدلن كيساً معوياً. ولاحقاً_بالمناسبة_عدّلت الأسماك كاملة العظام teleosts_والتي تعني تقريباً أي سمكة يحتمل أن تلقاها عدا القروش ونوعها_الرئة (والتي كانت قد طُوِّرَت سابقاً في أسلاف لها تنفست الهواء أحياناً) ليصير عضواً حيوياً آخر أيضاً، والذي ليس له أية علاقة بالتنفس الهوائيّ، مثانة السباحة.

لعل مثانة السباحة عنصر رئيسيّ لنجاح الأسماك كاملة العظام، وإنها تستحق تماماً الاستطراد في شرحها. إنها كيس داخليّ مملوء بالغاز، والذي يمكن تعديله على نحو حسّاس لإبقاء السمكة في توازن مائيّ عند أي عمق مرغوب. لو كنتَ لعبتَ بأي وقت في طفولتك بلعبة الغواص البلاستيكيّ، فسوف تفهم المبدأ، لكن الأسماك كاملة العظام تستعمل تنوعاً مثيراً للاهتمام منه. إن الغواص البلاستيكي هي لعبة صغيرة الحجم الجزء الذي يعمل فيها و كوب مقلوب ضئيل، يحتوي على فقاعة من الهواء، تطفو في توازن مع قنينة مياه

صغيرة. إن عدد جزيئات الهواء في الفقاعة ثابت، لكن يمكنك إنقاص الحجم (وزيادة الضغط، تبعاً لقانون Boyle[1]) بالضغط على فلينة في الزجاجة. أو يمكنك زيادة حجم الهواء (وإنقاص ضغط الفقاعة) برفع الفلينة. يُحقَّق التأثير كأفضل ما يكون بسَدّادة ملولبة متينة كالتي توضع على زجاجات عصير التفاح. عندما تخفِض أو تَرفَع السدادة، يتحرك الغوّاص إلى الأسفل أو الأعلى حتى يصل إلى نقطة توازنه المائيّ الجديدة. يمكنك اللعب بالغواص إلى أعلى وأسفل في دلو الماء بتعديلات دقيقة على السِدَادة، وبالتالي على الضغط.

إن السمكة هي كلعبة الغواص مع اختلاف دقيق. إن مثانتها الهوائية هي "فقاعتها الهوائية" وهي تعمل على نحوٍ مشابه، عدا أن عدد جزيئات الغاز في كيس الهواء غير ثابت. عندما تريد السمكة أن ترتفع إلى مستوى أعلى في الماء فإنها تُطلِق جزيئاتِ غاز من الدم إلى المثانة الهوائية، وبالتالي تُزيد الحجم والكم. وعندما تريد الغوصَ أعمقَ، فإنها تمتص جزيئات الغاز من المثانة إلى الدم، وبالتالي تُنقِص حجمَ المثانة الهوائية. تهدف المثانة الهوائية إلى جعل السمكة لا تقوم بعمل عضليّ_على خلاف ما تفعل أسماك القرش_لكي تبقى عند عمقٍ مرغوب. إنها في توازنٍ مائيّ عند أي عمق تختاره. تقوم مثانة السباحة بالمهمة، وبالتالي تحرِّر العضلات من مهمة الدفع النشِط. القروش_على النقيض_تحتاج أن تظل سابحة طوال الوقت، وإلا فستغطس إلى القاع، ببطء شديد كما ينبغي أن نُقِرَّ لأن لديها مواداً منخفضة الكثافة خاصة في أنسجتهم تبقيها قابلة للطفو نسبياً باعتدال. إذن فإن مثانة السباحة كانت بالأصل رئة مُطوَّرة، والتي كانت هي نفسها كيساً معوياً مطوراً (ليس_كما قد نتوقع_من غرفة خيشومية مطورة). وفي بعض الأسماك استُعْمِل كيس الهواء نفسه أيضاً ضمنَ عضو سمع، نوع من طبلة الأذن. تاريخ مكتوب على كل أنحاء الأجسام، ليس فقط مرة واحدة بل على نحو متكرِّر، كرِقّ مُعاد الكتابة عليه على نحوٍ نشِط.

إننا حيوانات برية منذ حوالي ٤٠٠ مليون سنة، وقد مشينا على قدمينا الخلفيتين فقط منذ حوالي آخر ١٪ من ذلك الوقت. لـ٩٩ بالمئة من وقتنا على اليابسة، كان لدينا عمود فقريّ ذو وضع أفقيّ ومشينا على أربعة أرجل. نحن لا نعلم على وجه اليقين ما الأفضليات الانتخابية التي اكتسبها الأفراد الذين كانوا أوائل من انتصبوا وساروا على قدميهم الخلفيتين، وسأدع هذا الأمر جانباً. لقد كتب Jonathan Kingdon كتاباً كاملاً عن هذا السؤال وهو كتاب (الأصل المتواضع) *Lowly Origin* وقد أخذتُه بعين الاعتبار في بعض التفاصيل في كتابي (تتبع أسلاف الكائنات) *The Ancestor's Tale*. ربما لم يبدُ كتغير كبير عندما حدث. لأن رئيسيات آخرين[2] مثل الشيمبانزيات وبعض القرود والليمور [*الهبّار*] الرائع يفعلون ذلك من وقت إلى آخر. سائرين على نحو معتاد على رجلين فقط كما نفعل، ورغم ذلك فقد كان له نتائج بعيدة المدى على كل الجسد، والتي استلزمت تعديلات مكافئة. من الممكن أن نجادل محاولين البرهنة أنه لم تكن عظمة أو عضلة واحدة مستثناة من ضرورة التغير، لتسوية بعض التفاصيل حتى وإن كانت ذات صلة غامضة أو بعيدة أو غير مباشرة أو ضعيفة مع التغير الرئيسيّ في المشية. إن إعادة تنظيم شاملة كهذه لابد أن تترافق مع كل تغير في طريقة الحياة، من الماء إلى اليابسة، أو من اليابسة إلى الماء، أو إلى الهواء، أو تحت الأرض. لا يمكنك أن تعزل التغيرات الواضحة في الجسد وتدرسها كلاً على حدة. إن القول أن هناك تبعات لكل تغير هو تهوين للأمر. بل هناك مئات، وآلاف التبعات، وتبعات التبعات. إن الانتخاب الطبيعيّ هو تعديل للملاءمة ولمسات وسمكرة أبدية، كما عبَّرَ عن الأمر François Jacob عالم الأحياء الجزيئية العظيم.

---

[1] ينص قانون Boyle على أنه بالنسبة لكمية ثابتة من الغاز عند حرارة معينة، فإن الضغط يتناسب عكسياً مع الحجم.

[2] سيبدو للنحويين والتقليديين ترجمتي مخطئة صرفياً هنا، لكني أتعمد كثيراً التحرر من القواعد نسبياً لصالح الترجمة واعتباري أن بعض الحيوانات المتقدمة تطورياً كالقرود والكلاب والقطط والدلافين ذوي عقل، ربما ترجمتها بالرئيسيين الآخرين أفضل، لكن اللفظ بالتأنيث هو المتعارف عليه_م

هاكم طريقة أخرى جيدة للنظر إلى الأمر: عندما يحدث تغير كبير في المناخ_مثلاً عصر جليديّ_سنتوقع على نحو عـادي أن الانتخـاب الطبيعي سيُعدِّل الحيوانات وفقاً له، بتنمية فرو أو شعر أكثر سمكاً مثلاً. لكن المناخ الخارجي لـيس النـوع الوحيـد مـن "المنـاخ" الـذي علينا أخذه بعين الاعتبار. فبدون أي تغير خارجيّ (في الظـروف الخارجيـة) علـى الإطـلاق، لـو نشـأت طفـرة كـبيرة جديـدة، وأيـدها الانتخاب الطبيعي، فإن كل الجينات الأخرى في الجينـوم[1] سـتمر بـه كـتغير في "المنـاخ الجـينيّ" الـداخليّ. إن الـتغير الجـينيّ الـذي سيحتجن للتعديل معه، ليس أقل من التغير في الطقس. سيكون على الانتخاب الطبيعي بعد ذلك أن يُسرِع، قائماً بالتعديلات للتعويض مع التغير الكبير في "المناخ" الجينيّ، بالضبط كما كان سيحدث لو حدث تغير في المناخ الخارجيّ. إن التغير الأوليّ مـن المشـية رباعيـة الأرجل إلى ثنائية الأرجل يمكن حتى أن يكون وُلِّدَ (داخلياً) بدلاً من أن يكون أُحدِثَ بتغير في البيئة الخارجية. على أيـة حـال، فقـد استهَل سلسلةً معقدة من النتائج، كل منها استلزم تعديلات مكافئة للملاءمة.

إن عنوان (تصميم غير ذكيّ) كان سيكون عنواناً جيداً لهذا الفصل. ربما كان أيضاً بالفعل عنواناً رئيسياً كفئاً لكتاب كامل عـن عيـوب أشكال الحياة كدليل مقنع على افتقاد التصميم المقصود، وإن أكثر من مؤلِّف قد اتخذ هذا العنوان علـى نحـو مسـتقل. عـن هـذا_لأنـي أحب عدم الاحترام القويّ في الإنجليزية الأسترالية (وإلا فمن أين انبثق تعبير التصميم غير الذكي؟)، فقد اتجهت إلى الكتاب المبهج لـ Robyn Williams عميد المتحدثين الإذاعيين العلميين في سيدني. فبعد شـكواه مـن الألم الشـديد الـذي يسـببه لـه ظهـره الخـاص كـل صباح، بتعابير ما كانت لتصدر على نحو خاطئ من بريطانيّ حديث الهجـرة متـذمر (لا تفهمـني خطـأ، فأنـا متعـاطف معـه بعمـق)، يمضي وليامز قائلاً: *"تقريباً كل الظهور يمكنها المطالبة الملحة بشهادة ضمان، لو كان هناك شيء كهذا. لـو كـان "الإلـه" مسـؤولاً عـن تصميم الظهر، فعليك أن تقر بأنها لم تكن واحدة من أفضل لحظاته وأنه لابد كان عملاً متسرعاً في آخر الموعد الأخير عند نهاية الستة أيام"*. إن المشكلة بالتأكيد هي أن أسلافنا مشَوْا لمئات ملايين السنوات مع عمود فقري متموضع أفقياً تقريباً، وهو لم يكيِّف نفسـه علـى نحو جيد مع إعادة التعديل المفاجئة منذ ملايين السنوات القلائل الأخيرة. ومربط الفرس_مـرة ثانيـة_هـو أن مصـمماً حقيقيـاً لرئيسـيّ ماشٍ بانتصاب كان سيعود إلى لوح الرسم ويقوم بالمهمة على نحو ملائم، بدلاً من البدء مع ماشٍ على أربع وسمكرته.

يشير وِليامز بعد ذلك إلى كيس الكُوالا الحيوان الأستراليّ الرمز، المفتوح باتجاه الأسفل، وهي ليست فكرة جيدة في حيوان يقضي وقتـه متشبثاً بجذوع الأشجار، بدلاً من باتجاه الأعلى كما في الكنغر. مرة أخرى، فإن السبب هو إرث التاريخ التطوري. فالكوالا تتحـدر مـن سلف شبيه بالوُمبَت Wombat. والومبتات حيوانات حفارة متميزة. يقول وليامز:

"رافساً بكفين قويتين مليئتين بالتربة إلى الخلف كحفار آلي يحفر قناة. فلو كان لهذا السلف كيس متجه إلى الأمام، لكان أطفاله الرضع امتلأت عيونهم وأفواههم بحبات الرمل باستمرار. لذلك فقد كان الجِراب إلى الخلف، وعندما تحرك الكائن ذات يـوم متسـلقاً شـجرةً، ربما ليستغل مصدراً غذائياً جديداً. فذهب ومعه تصميمه، أعقدَ من أن يمكن تغييره".

[1] نترجمها في العربية أحياناً إلى المجين، أو المنظومة الجينية، وهي مجمل جينات الفرد، أما الحوض الجيني فيعني مجموع جينات أفراد النوع_م.

وكما في حالة العصب الحنجري المرتد، ربما كان ممكناً نظرياً تغيير التنمي الجنينيّ للكُوالا لتحويل جرابها إلى الاتجاه الآخر الأعلى. لكن_أخمن_الحدث الثوري المفاجئ في التنمي الجنيني المصاحب لمثل هذا التغير الكبير كان سيجعل الأشكال المتوسطة للجنين أسوأ أكثر من نَسْخِ حيوانات الكوالا بحالتها الحالية مع مشاكلها.

تبعة أخرى لتحولنا من رباعيات أرجل إلى ماشين على رجلين تتعلق بالجيوب الأنفية، والتي تسبب حزناً شديداً للكثير منا (بما فيهم أنا لحظةَ كتابتي هذه) لأن منفذ صرفها في آخر مكان كان ليختاره مصمم عاقل. يقتبس وِليامز من زميل أستراليّ آخر، هو البروفيسور Derek Denton: "الجيوب الأنفية الكبيرة الفكية أي الفجوات الواقعة خلف الخدود على كلا جانبي الوجه، لديهم منفذ صرفهم في الأعلى، وهي ليست فكرة عظيمة في شروط استعمال الجاذبية للمساعدة على تصريف السائل". في ماشٍ على أربع، "الأعلى" عندنا ليس أعلى على الإطلاق، بل هو الأمام، وتموضع منفذ التصريف فيه أكثر منطقية. مرة أخرى، فإن إرث التاريخ التطوري مكتوب على كل أنحائنا.

يمضي وليامز في الاقتباس من زميل أسترالي آخر، والذي يذكر الجملة التي تشكل تراثاً عالمياً، عن دبابير Ichneumon، التي لابد أن مصممها_لو كان هناك مصمم_"*لابد أنه وغد ساديّ*". لقد عبّر دارْوِن_رغم أنه زار أستراليا كرجل شاب قبل وضعه لنظريته_عن نفس الشعور بألفاظ أكثر رزانة وغير أسترالية: "*لا يمكنني إقناع نفسي أن ربّاً محسناً وكليَّ القدرة كان سيخلق قصدياً دبابير Ichneumonidae مع انتباه واضح لتغذي يرقاتهم على الأجساد الحية لليساريع*[1]." إن الوحشية الأسطورية لدبابير Ichneumon (أيضاً الدبابير الحافرة digger wasps ودبابير عنكبوت tarantula ذوات العلاقة) هي مقطع موسيقي متكرر سيتكرر في آخر فصلين من هذا الكتاب.

أجد صعوبةً في أن أعبّر بوضوح عما أنا على وشك قوله، لكنه شيء أفكر به منذ فترة، ولقد خطر على الذهن أثناء اليوم الذي لا يُنسى لتشريح الزرافة. عندما ننظر إلى الحيوانات من الخارج، نتأثر على نحوٍ غامر بالوهم الرائع للتصميم. مثل زرافة ترعى، أو طائر قطرس محلِّق، أو طائر سمامة أو سنونو غاطس، أو صقر منقضّ، أو سمكة تنين البحر مكسورة بقشور كالورق مختبئة بين الطحالب البحرية، أو فهد راكض في مط كامل لجسده بعد انحراف، أو غزال عادٍ.

إن وهم التصميم يصنع إحساساً حدسياً خاطئاً بحيث أنه يصبح معرقِلاً للتفكير النقديّ والتغلب على إغراآت الحدس الساذج. أي عندما ننظر إلى الحيوانات من الخارج. عندما ننظر إلى الداخل، فإن الانطباع يكون العكس. كما يتوجَّب الاعتراف، فإن وهم التصميم الرائع تسببه كذلك الرسومات المبسَّطة في الكتب المدرسية، المرسومة بإتقان والملونة بألوان مختلفة خاصة كلوحة رسم المهندس. لكن الواقع الذي يصدمك عندما تنظر إلى حيوان مفتوح الجسد على طاولة تشريحٍ مختلفٌ جداً. أعتقد أنه سيكون تمريناً تعليمياً أن نطلب من مهندس أن يرسم نسخة محسَّنة من_مثلاً_الشرايين الخارجة من القلب. أتخيل أن النتيجة ستكون شيئاً مثل أنابيب العادم المتفرعة لسيارة، مع سلسلة من الأنابيب خارجة في ترتيب منظم، بدلاً من الفوضى كيفما اتفق التي نراها في الحقيقة عندما نفتح صدراً حقيقياً.

---

[1] اطور اليرقة للفراشة والعث_م

كان غرضي من قضاءِ يومٍ مع علماء تشريح يشرّحون زرافة هو دراسة العصب الحنجري المرتجع كمثال على النقص (العيوب) التطوري. لكنني سرعان ما أدركت أنه_عندما ندرس العيوب_فإن العصب الحنجري المرتد هو مجرد قمة جبل الجليد. إن حقيقة أن الأمر يستلزم قَطعَه لمثل هذا الالتفاف الطويل ليصل إلى وجهته بقوة غريبة. هذه هي السمة التي كانت ستحث آخر الأمر العالِم Helmholtz على أن يردّ الآلة. لكن الانطباع الكاسح الذي تشعر به من فحص أحشاء حيوان كبير هو أن تلك فوضى! ليس فقط كان مصمِّمٌ لن يقوم بخطإ مثل هذه الفوضى أي متاهة الخطوط المتداخلة من الشرايين والأوردة والأعصاب والمعى ولفات الدهون والعضلات والطيات المعوية mesenteries وغيرها. واقتباساً من عالم الأحياء الأمِركيّ Colin Pittendrigh فإن الأمر كله ليس سوى *"ترقيع خليط من تمشيات الحال مجموعةً سوياً_كما هي_مما كان متاحاً عندما جاءت الفرصة، وقُبِلَ بإدراك الانتخاب الطبيعيّ للماضي، مع عدم إدراكه المستقبل."*

الفصل الثاني عشر: سباق التسلح و"العدالة التطورية"

إن العيون والأعصاب والقنوات المنوية والجيوب الأنفية والظهور مصمَّمة على نحو رديء من ناحية رفاهة الكائن الفرد، لكن العيوب لها معنى منطقيّ في ضوء التطور. نفس الشيء ينطبق على الاقتصاد الأكبر للطبيعة. ربما كان لِيُتوقَّع من خالق ذكيّ أن يكون قد صمَّم ليس فقط أجساد أفراد الحيوانات والنباتات بل أيضاً كامل الأنواع، كامل النظم البيئية. ربما كان ليُتوقَّع للطبيعة أن تكون اقتصاداً مُخطَّطاً، مصمَّماً بعناية للتخلص من التبذير والإهدار. إنها ليست كذلك، وهذا الفصل سيبرهن على هذا.

الاقتصاد الشمسيّ

إن الاقتصاد الطبيعيّ مُمَدٌّ بالطاقة عن طريق الشمس. الفوتونات من الشمس تنزل على كامل جانب سطح الأرض وقتَ النهارِ المتعاقبَ. الكثير من الفوتونات لا تفعل شيئاً مفيداً وتصل إلى صخرة أو رمال شاطئ رمليّ. القليل منها يجد طريقه إلى عين ما، عيني أو عينك، أو العين المركّبة لجمبري أو العين العاكسة القطعية المكافئة لمحار الإسْكَلُب. كثيراً ما يقع بعضها على لوح شمسيّ سواءً لوح مصنوع من قِبَل الإنسان كالألواح التي_في نوبة حماس للأخضر_نصّبتُها حديثاً على سطح منزلي لتسخين مياه الاستحمام، أو ورقة نبات خضراء، والتي هي لوح شمسيّ طبيعيّ. تستعمل النباتاتُ الطاقةَ الشمسية لتحث تركيبات كيميائية "مرتقية" uphill، صانعةً وقوداً حيوياً، السكرياتِ الأولية البسيطة. مرتقية تعني أن تركيب السكر يحتاج طاقةً لتحثُّه. على نحو مماثل، فإن السكر يمكن أن "يُحرَق" في تفاعل "تفكيكيّ" أو نازل downhill يُحرِّر جزءً من الطاقة مجدَّداً لتؤدي عملاً مفيداً، مثل العمل العضليّ، أو عمل بناء جذع شجرة كبيرة. إن تشبيهي التفاعلات بالنازل والمرتقي مأخوذ من الماء المتدفق إلى اسفل جبل أو منحدَر من خزّان عالٍ وتحريكه لدواليب مولِّد لعمل عمل مفيد، أو ضخه إلى الأعلى بطاقة إلى خزان عالٍ، لكي يمكن استعماله لاحقاً في دفع دواليب المياه عندما يُطلَق إلى الأسفل مجدداً. في كل مرحلة من اقتصاد الطاقة_سواء إلى أعلى أو أسفل_يُفقَد بعضُ الطاقة. لا تعامل طاقة يكون كفئاً على نحوٍ كامل. هذا سبب كون مكاتب حقوق براآت الاختراع لا تحتاج إلى النظر حتى إلى تصميمات [تزعم أنها] لآلات أبدية الحركة: إن هذا مستحيل وغير ممكن إلى الأبد. لا يمكنك استعمال طاقة النزول من دولاب الماء لضخ نفس كمية الماء صعوداً مجدَّداً لكي يمكنها تحريك دولاب الماء. لابد أن يكون دوماً هناك تغذية طاقة ما من الخارج لتعويض الفقد، وذلك حيث يأتي دور طاقة الشمس. سأعود إلى هذا الموضوع الهامّ في الفصل الثالث عشر.

الكثير من سطح اليابسة مغطى بالأوراق الخضراء، والتي تتألف من جامعات عديدة الطبقات لجمع الفوتونات. فلو لم يُمسَك فوتونٌ بورقة، فإن لديه فرصة جيدة لأن يُمسَك بواحدة أسفل. في غابة متشابكة، ليس كثير من الفوتونات تصل إلى الأرض غيرَ ممسوكةٍ، وهذا بالضبط سبب كون الغابات الناضجة أماكن مظلمة للسير فيها. معظم الفوتونات التي تؤلف نصيبَ كوكبنا المحدودَ من أشعة الشمس تصل إلى المياه، وإن الطبقات السطحية للبحار تعجّ بالنباتات وحيدة الخلية الخضراء التي تمسكهن. سواء أكان في البحر أو على اليابسة، فإن العملية الكيميائية التي تمسِك بالفوتونات وتستعملها لدفع تفاعلات كيميائية مستهلِكة لطاقة "الترقِّي"_منتِجةً جزيئاتٍ

خازنة للطاقة ملائمة كالسكريات والنشا_تُدعى بالتركيب الضوئيّ[1]. لقد اختُرِعَت منذ أكثر من مليار سنة مضت، من قِبَلِ البكتيريا، ولا تزال البكتيريا الخضراء تشكّل أساسَ معظم عملية التركيب الضوئيّ. يمكنني أن أقول هذا لأن الكلوروبلاستات chloroplasts _محرِّكات عملية التركيب الضوئيّ الخضراء الضئيلة التي تقوم في الحقيقة بمهمة التركيب الضوئي في كل الأوراق_هي أنفسها المتحدرات المباشرة لبكتيريا خضراء. في الواقع_حيث أنها لا تزال تكاثر نفسَها باستقلال على طريقة البكتيريا داخل خلايا النباتات_ يمكننا أن نقول على نحوٍ صائب أنها لا تزال بكتيريا، وإن كانت معتمِدة إلى حد كبير على الأوراق التي تؤويها والتي إليها تعطيها لونها. يتضح أن البكتيريا الخضراء الطليقة في الأصل كانت قد استعمرت الخلايا النباتية، حيث تطورت آخر الأمر إلى ما نسمّيه بالكلوروبلاستات.

وتماماً مثلما أن كيمياء الحياة "الصاعدة" [*المرتقية*] يعتني بأغلبها البكتيريا الخضراء المزدهرة داخل الخلايا النباتية، فإنها حقيقة مماثلة على نحو وثيق أن كيمياء الأيض [*التمثيل الغذائيّ*] "النازلة"_الحرق البطيء للسكريات وأنواع أخرى من الوقود لتحرير الطاقة في الخلايا لكلٍ من الحيوانات والنباتات_هي الخبرة الخاصة لصنف آخر من البكتيريا، كان ذات مرة يعيش طليقاً لكنها اليوم تكاثِر أنفسَها داخل خلايا أكبر، حيث تُعرَف بالميتوكندريا. إن الميتوكندريا والكلوروبلاستات تحدروا من نوعين مختلفين من البكتيريا، كلٌ منهما بنى سحرَه الكيميائيّ (الذي لاحقاً كان كل واحد منه متمماً للآخر) منذ مليارات السنوات قبل وجود أي كائن متعضِّي حي مرئيّ بالعين المجرّدة. كلاهما آخر الأمر احتُوِيا تعايشياً في الخلية لأجل مهاراتهم الكيميائية، واليوم تتكاثر داخل المكونات السائلة الداخلية للخلايا الأكثر كبراً بكثير والأكثر تعقيداً لكائنات كبيرة على نحوٍ كافٍ لنا لأن نراها ونلمسها، الخلايا النباتية في حالة الكلوروبلاستات، والخلاي النباتية والحيوانية في حالة الميتوكندريا.

إن الطاقة الشمسية التي تمسِك بها الكلوروبلاستات في النباتات تقع في قاعدة "أدنى" السلاسل الغذائية المعقّدة، التي تمر الطاقة فيها من النباتات مروراً بالعاشبات (والتي قد تكون حشرات أو حيوانات)، مروراً باللواحم (التي قد تكون حشرات أو آكلات حشرات ولحوم كالثعالب والنمور والقطط، مروراً بالحيوانات القمَّامة [*المترِّمة*] كالنسور والغربان وخنافس الروث)، وآخر الأمر وصولاً إلى عوامل التحلل مثل الفطريات والبكتيريا. في كل مرحلة من هذه السلاسل الغذائية، تُفقَد بعض الطاقة فيما يتحول بعضها إلى حرارة أثناء انتقالاتها، بينما البعض منها يُستعمَل لدفع عمليات بيولوجية مثل انقباض العضلات. لا طاقةَ جديدة تُضاف بعد المُدخَل الأوليّ من الشمس. مع استثناآت قليلة مثيرة للاهتمام لكنها ثانوية مثل الكائنات ساكنة فوهات البراكين المحيطية العميقة، التي تأتي طاقتها من مصادر بركانية، فإن كل الطاقة التي تدفع الحياةَ تأتي على نحو أساسيّ من ضوء الشمس، ممسوكاً من قِبَل النباتات.

انظر إلى شجرة طويلة وحيدة تقف شامخةً في وسط منطقة مفتوحة. لماذا هي طويلة للغاية؟ بالتأكيد ليس لكي تكون أقرب إلى الشمس! فذلك الجذع الطويل كان يمكن أن يُقصَّ حتى تصبح قمة الشجرة مبسوطة على الأرض، دون خسارة في الفوتونات وبتوفير هائل في التكلفة. إذن فلماذا المضيّ في كل تلك التكلفة لدفع قمة الشجرة إلى الأعلى باتجاه السماء؟ تراوغنا الإجابة إلى أن ندرك أن الموطن الطبيعي لشجرة كتلك هو دغل. فالأشجار طويلة لتعلو على الأشجار المنافسة_سواء من نفس النوع والأنواع الأخرى. لا تكن مُضلَّلاً عندما تنظر إلى شجرة في حقل مفتوح أو حديقة لها فروع مورقة على طول الطريق من القمة إلى الأرض فإن لها ذلك الشكل الممتلئ

[1] photosynthesis تشتهر أكثر في المراجع العربية باسم التمثيل الضوئي_م.

المحبوب للغاية من محبي التدقيق لأنها في في حقل مفتوح أو حديقة[1]. إنك تراها خارج موطنها الطبيعيّ، والذي هو غابة متشابكة. إن الشكل الطبيعيّ لشجرة غابة هو طويلة وجرداء الجذع، مع وجود معظم الفروع والأوراق قرب القمة، في القبة التي تقوم بمهمة استقبال انهمار الفوتونات. والآن، هاكم فكرة غريبة: لو كان يمكن فقط أن كل الأشجار يمكنها أن تصل إلى اتفاق ما_مثل الاتحادات التجارية مُقيَّدة الممارسة_بأن لا تنمو أكثر من_مثلاً_عشرة أقدام، لكان كلٌ منها قد استفاد. لكان يمكن للاقتصاد الكليّ_النظام البيئيّ الكليّ_ أن يكسب من التوفيرات في الخشب والطاقة، اللذين يُستهلَكان في بناء تلك الجذوع الشاهقة والمكلفة. إن صعوبة تشجيع مثل هذه الاتفاقيات للكبح المتبادَل معروفة جيداً، حتى في الشؤون البشرية حيث يمكننا على نحو إمكانيّ الاستخدام بشكل فعّال لهبة التبصر بالمستقبل. إن مثالاً مألوفاً على هذا هو اتفاق مقترَح على الجلوس_بدلاً من الوقوف_عند مشاهدَة عرض مثل سباق الخيل. فلو جلس كل واحد، لظل الناس الطوال ينالون رؤية أفضل من الناس القصار، تماماً مثلما يحدث لو وقف كل واحد، لكن مع أفضلية أن الجلوس أكثر راحة لكل واحد. المشاكل تبدأ عندما يجلس شخص قصير خلف شخص طويل واقف، ليحصل على رؤية أفضل. فوراً، يقف الشخص الجالس خلفه، لكي يمكنه أن يرى أي شيء على الإطلاق، فتكتسح موجة من الوقوف الميدان، حتى يصير كل شخصٍ واقفاً. في النهاية، سيكون كل واحد في حال أسوأ مما لو كانوا كلهم قد ظلوا جالسين.

في غابة ناضجة نمطية، يمكن أن ننظر إلى غطاء الشجر كمرج مرتفع، تماماً مثل المرج العشبيّ المبسوط، لكن مرفوعاً على ركائز. إن الغطاء يجمع الطاقة الشمسية بنفس معدل ما يفعل المرج العشبيّ. لكن جزءً كبيراً من الطاقة يُهدَر لكونه يَمُدّ [يزوِّد] مباشرةً الركيزة (الجذع)، والذي لا يفعل شيئاً أكثر فائدةً من رفع "المرج" عالياً في الهواء، حيث يلتقط نفس حصيلة الفوتونات التي كان سيحصل عليها لو كان متسطحاً على الأرض، بتكلفة أقل.

وهذا يقربنا وجهاً لوجه مع الاختلاف بين الاقتصاد المصمَّم والاقتصاد التطوريّ. ففي اقتصاد مصمَّم لَما كان هناك أشجار، أو يقيناً لا أشجار طويلة جداً: أي لا غابات ولا مظلات أشجار. فالأشجار تبديد، وهي تبذير. إن جذوع الأشجار هي أنصاب تذكارية منتصبة للتنافس عديم الجدوى. عديم الجدوى لو فكرنا بمصطلحات الاقتصاد المخطَّط. لكن الاقتصاد الطبيعيّ ليس مخطَّطاً. تتنافس أفراد النباتات مع النباتات الأخرى، من نفس النوع والأنواع الأخرى، والنتيجة هي أنهن ينمين أطول فأطول، أكثر طولاً مما كان سيحبِّذ أي مخطِّط. لكن رغم ذلك ليس أطول على نحو غير محدّد. فهنالك نقطة تأتي عندما يصير إنماء مسافة قدم أطول_رغم أنه يمنح ميزة تنافسية_يكلف كثيراً للغاية بحيث أن الشجرة الفردية التي "تقوم"[2] بهذا ينتهي بها الأمر في الحقيقة أسوأ حالاً من المنافسين الذين امتنعوا عن تنمية القدم الإضافية. إن توازن التكلفة والفائدة لأفراد الأشجار هو ما يحدِّد آخر الأمر الارتفاعَ الذي تُدفَع له الأشجار لتنمو له، لا الفوائد التي كان يمكن لمصمِّم عاقل أن يحسبها للأشجار كمجموعة. وبالتأكيد ينتهي التوازن إلى حدٍ أقصى مختلف في الغابات المختلفة. إن الأشجار الحمراء على ساحل المحيط الهادئ (شاهدهم قبل موتك) لم يتفوّق عليها قط أي غابة أخرى على الأرجح.

تصوَّر مصيرَ غابة افتراضية_ولنفترض أننا سنسمّيها "غابة الصداقة"_والتي نجحت فيها كل الأشجار على نحوٍ ما، باتفاقية غامضة خارقة ما_أن تحقِّق الهدفَ المرغوب لتخفيض مجمل المظلة إلى ارتفاع عشرة أقدام. ستبدو المظلة مثل أي مظلة [*مظلات*] غابة أخرى

---

[1] كان لدينا في الجيش ثلاثة أنواع من الأشجار: الحور والتنوب وكثيفة القمة bushy top.
[2] ينبغي أن نعتبر هذا تعبيراً مجازياً، فالشجرة الأطول تكون نتيجةَ طفرة وراثية، أي يحدث لها وليس تقوم به_م.

تماماً ما خلا أن طولها عشرة أقدام فقط بدلاً من مئة قدم. من وجهة نظر اقتصاد مخطَّط، فإن "غابة الصداقة" أكثر كفاءةً كغابة من الغابات الطويلة التي نحن معتادون عليها، لأن المواد لا توضَع في إنتاج جذوع ضخمة لا غرض منها سوى منافسة الأشجار الأخرى.

لكن الآن، افترض أن شجرة مطفَّرة بزغت في وسط "غابة الصداقة". نمت هذه الشجرة الشاذّة أطول على نحو ضئيل من معيار العشرة أقدام "المتفَّق عليه". فوراً، تحصل هذه المطفَّرة على ميزة تنافسية. على نحو لا يُنكَر، فإن عليها أن تدفع تكلفة الطول الإضافيّ للجذع. لكنه أكثر من مُجازٍ_طالما تطيع كل الأشجار الأخرى القانون المنكر للذات_لأن الفوتونات الإضافية التي ستجمعها الشجرة الطافرة أكثر من التكلفة الإضافية لإطالة الجذع. لذلك سيؤيِّد الانتخابُ الطبيعيّ الميلَ الجينيّ لكسر قانون إنكار الذات والنمو أطول قليلاً، مثلاً ١١ قدماً. مع مضيّ الأجيال، تكسر أشجار أكثر فأكثر الحظر المفروض على الطول. عندما_في آخر الأمر_تكون كل الأشجار في الغابة بطول ١١ قدماً، يكنَّ كلهن أسوأ حالاً مما كن من قبل: فكلهن يدفعن تكلفة إنماء القدم الإضافية. لكنهن لا يحصلن على أي فوتونات إضافية لأجل مشكلتهم. والآن سيؤيد الانتخاب الطبيعي أي ميل مطفّر للنمو إلى_مثلاً_١٢ قدماً. وهكذا تستمر الأشجار في أن تصير أطول فأطول. هل سيصل هذا الارتفاع عديم الجدوى نحو الشمس إلى نهاية أبداً؟ لماذا ليس أشجار ارتفاعها ميل؟ لماذا ليس بطول ساق نبات الفاصوليا الخرافيّ في قصة جاك الطفولية الشهيرة؟ إن الحد يوضَع عند الارتفاع حيث تكون تكلفة الإضافة لإنماء قدم أخرى تفوق المكتسبَ من الفوتونات من تنمية تلك القدم الإضافية.

إننا نتحدث عن التكلفة والفائدة الفردية خلال هذه المُبرهَنة. كانت الغابة ستبدو مختلفة جداً لو كان اقتصادها مصمَّماً لفائدة الغابة ككل. ففي الحقيقة، فإن ما نراه حقيقةً هو غابة تطوَّر فيها كل نوع من الشجر من خلال الانتخاب الطبيعي المؤيِّد لأفراد الأشجار التي تتغلب على أفراد الأشجار المنافسة، سواء من نوعها أو الأنواع الأخرى. إن كل شيء بصدد الأشجار متوافِق مع وجهة نظر أنها غير مصمَّمة. ما لم تكن_بالتأكيد_مصممة لإمدادنا بالخشب، أو لإبهاج عيوننا أو مجاملة كامِراتنا عند شلال نيوإنجلاند. والتاريخ لا يخلو من الذين سيعتقدون بذلك تماماً، لذا لنلتفتْ إلى حالة مماثلة، حيث من الأصعب التذرّع بادعاء فوائد للبشرية: سباق التسلح بين الصيادين والطرائد (المفترسات والعاشبات).

الركض للبقاء في نفس المكان [*مَحَلَّك اركضْ*]

إن أسرع خمس راكضين بين أنواع الثدييات هم الفهد ومتشعِّب القرون pronghorn (عادةً يُدعى "ظبياً" في أمِركا رغم أنه ليس وثيق الصلة إلى الظباء "الحقيقية" لأفريقيا) وظبي النو gnu (أو بالأفريقانية الهولندية wildbeest، وهو ظبي حقيقي رغم أنه لا يبدو كثير الشبه بالظباء الأخرى، أشبه بشكل الثور) والأسد وغزال ثومسون Thomson’s gazelle (ظبي حقيقي آخر، والذي لا يبدو بالفعل مثل ظبي معياريّ، فهو صغير). لاحِظ أن أولئك الراكضين عالي المرتبة هم خليط من الطرائد والصيادين، ومقصدي أن تلك ليست صدفة.

يُقال عن الفهود أنهم قادرون على رفع السرعة من ١٠ إلى ٦٠ ميلاً في الساعة في ثلاث دقائق، والتي تتساوى مع سرعة السيارة الفيراري أو البروش أو التيسلا. الأسود_أيضاً_لديهم تسريع هائل، أفضل من الغزلان، والتي لديها قدرة أكثر طولاً على التحمل في

الركض والقدرة على المراوغة. إن القططيات [*السنوريات*] مبنية تطورياً للركض، والوثب على الفريسة مغدوراً بها على حين غفلة، أما الكلبيات_كالكلب الصيّاد من نوع Cape أو الذئب فمبنيّ للتحمل في الركض طويلاً وجرح فريستهم. تحتاج الغزلان والظباء النجاحَ في التغلب على كلا النوعين من المفترسين (السنوريات والكلبيات)، ولعلها قد احتاجت إلى حل وسط. إن تسريعها ليس جيداً تماماً مثلما لقط كبير، لكن تحملها في الركض أفضل. بالمراوغة، يستطيع ظبي أحياناً أن يُزِلَّ فهداً عن خطواته الواسعة، وبذلك يؤجِّل الأمور حتى يصل الفهد إلى ما فوق مرحلة تسريعه القصوى إلى مرحلة الإنهاك، حيث تؤخذ قدرة تحمله الرديئة في الركض في الاعتبار. عمليات صيد الفهود الناجحة تنتهي عادةً سريعاً بعدما تبدأ، يعتمد الفهد على المفاجأة والسرعة. عمليات صيد الفهود المخفِقة تنتهي أيضاً مبكراً، مع توقف الفهد لحفظ الطاقة عندما يفشل ركضه الأوليّ. بعبارة أخرى: كل عمليات صيد الفهود قصيرة!

بصرف النظر عن تفاصيل السرعات والتسريعات الأعلون، والقدرة على التحمل في استمرار الركض والمناورة، والهجوم بالمفاجأة والمطاردة المتواصلة المتحملة. فإن الحقيقة البارزة هي أن أسرع الحيوانات تتضمن كلاً من الذين يَصطادون والذين يُصادون. يدفع الانتخاب الطبيعيّ أنواع المفترسين ليصبحوا أفضل دوماً في إمساك الفرائس، وفي نفس الوقت يدفع أنواع الفرائس لتصبح أفضل دوماً في الهرب منهم. إن المفترسين والفرائس مشمولون في سباق تسلح تطوريّ، يحدث في الزمن التطوريّ. النتيجة كانت وتكون دوماً تصعيد مستمر في كمية الموارد الاقتصادية التي تنفقها الحيوانات_على كلا الجانبين_على سباق التسلح، على حساب أجزاء أخرى من اقتصادهم الجسديّ. إن الصيادين والطرائد يصبحون على نحو مماثل باستمرار أفضل إعداداً لأن يسبقوا (أو يفاجِئوا أو يفوقوا خدعةً...إلخ) الطرف الآخر. لكن الإعداد المحسَّن للسَبْق لا يُترجَم على نحو واضح إلى نجاح محسَّن في السبق. لسبب بسيط هو أن الطرف الآخر في سباق التسلح يُرَقِّي إعدادَه أيضاً: تلك هي السمة الدامغة لسباقات التسلح التطورية. يمكنك أن تقول_كما قالت الملكة الحمراء في رواية (أَلِس في بلاد العجائب)_أن عليهم الركض بأسرع ما يستطيعون لكي يظلوا فقط في نفس المكان.

كان دارْوِن واعياً تماماً بسباقات التسلح التطورية، رغم أنه لم يستعمل هذا التعبير. نشر زميلي John Krebs وأنا ورقة علمية عن هذا الموضوع في عام ١٩٧٩، والتي عزونا فيها تعبير (سباق التسلح) إلى عالم الأحياء البريطانيّ Hugh Cott. ربما على نحو ذي مغزى، نشر Cott كتابه (التلون التكيفيّ في الحيوانات) في عام ١٩٤٠، في غمار الحرب العالمية الثانية، ويقول فيه:

"قبل أن نجزم أن المظهر المخادع للجندب أو الفراشة ذا تفاصيل غير ضرورية، ينبغي أن نتحقق أولاً من ماهية قدرات الملاحَظة والتمييز لأعداء الحشرات الطبيعيين. إن عدم القيام بهذا يكون كالجزم بأن درع السفينة الطرّادة الحربية ثقيل أكثر من اللازم، أو أن مدى مدافعها أطول من اللازم، بدون البحث في طبيعة وتأثير تسلح العدو. الحقيقة هي أن في الصراع البدائي بالغابة_مثل التطويرات في حرب أهلية_نرى سباقاً تسلحياً تطورياً عظيماً يتقدم، والذي تتجلى نتائجه_لأجل الدفاع_في أدوات مثل السرعة واليقظة والتدرع والتغطي بشوك وعادات الرعي والعادات الليلية والإفرازات السامة والطعم المغثي والتموُّه والتلوين التحذيريّ لدى الحشرات اللاسعة والتلون المحاكي، والشيء المزعج أنه بالنسبة لتلك الخواص المضادة كالسرعة والمفاجأة والكمون للهجوم والإغراء وحدَّة البصر والمخالب والأسنان واللسع والأنياب السامة والاختفاء التمويهيّ والألوان المغرية. فتماماً بنفس مقدار ما تطورت السرعة في الطريدة فإن ذلك بالعلاقة مع السرعة المُزادة في المُطارِد، أو الدرع الحامي بالعلاقة مع تطور الأسلحة المعتدية، من ثَمَّ فإن كمال حيل الاختباء قد تطور استجابةً لقوى المُلاحَظة المتزايدة."

لاحِظ أن سباق التسلح يُجرى في الزمن التطوري. فلا ينبغي الخلط بينه وبين السباق بين_مثلاً_فهد فرد وغزال، والذي يحدث في الوقت الواقع الحالي. إن السباق في الزمن التطوري هو سباق لإنشاء إعدادات للسباقات الجارية في الوقت الواقع. وما يعنيه ذلك في الحقيقة هو أن جينات صنع الإعدادات لكي يفوقَ طرفٌ الطرفَ الآخرَ دهاءً أو سرعة تُنشَأ في الأحواض الجينية لكلا الطرفين. ثانياً_ وهذه مسألة عرفها دارْوِن نفسه جيداً_أن إعدادات الركض سريعاً تُستَعمَل لسبق المنافسين من نفس النوع، الهاربين من نفس المفترِس. إن النكتة المعروفة_ذات الطابع الأيسوبيّ تقريباً_عن حذاء الركض والدب معكوسة[1]. فعندما يطارِد فهدٌ قطيعاً من الغزلان، فربما يكون أكثر أهمية لغزال فرد أن يسبق الفردَ الأبطأ من القطيع من أن يسبق الفهدَ.

والآن حيث أني قد قدّمتُ المصطلحات الفنية لسباق التسلح، فيمكنك أن ترى أن الأشجار في غابة أيضاً متضمَّنة في واحد. تتسابق أفراد الأشجار باتجاه الشمس، ضد جيرانهن المباشِرات في الغابة. يشتد هذا السباق على وجه الخصوص عندما تموت شجرة عجوز وتترك شقاً شاغراً في المظلة الشجرية. إن التحطم المُدوِّي لشجرة عجوز ساقطة هو رصاصة إعلان بدأ سباق، في الزمن الواقعيّ (رغم كونه زمن واقعيّ أبطأ مما نحن الحيوانات معتادون عليه) بين الشجيرات التي كانت تنتظر فقط فرصة كهذه. ويرجَّح أن تكون الفائزة شجرة مفردة مُعَدَّة جيداً_بالجينات التي نجحت خلال سباقات التسلح السلفية في الزمن التطوري_لأن تنمو أسرع وأعلى.

إن سباق التسلح بين أنواع أشجار الغابة هو سباق متماثل الجوانب. فكل الجوانب تحاول تحقيق نفس الشيء: الحصول على مكان في المِظلة الشجرية. إن سباق التسلح بين المفترِسين والفرائس هو سباق تسلح متماثل الجوانب: سباق تسلح بين أسلحة الهجوم وأسلحة الدفاع. نفس الأمر صحيح وينطبق على الطفيليات والمضيفين المتطفَّل عليهم. وهناك حتى_رغم أن هذا قد يبدو مذهلاً_سباقات تسلح بين الذكور والإناث ضمن نفس النوع، وبين الآباء والذرية.

إن أحد الأشياء بصدد سباقات التسلح التي قد تُقلِق المتحمّسين للتصميم الذكيّ هي تلك الجرعة العالية من العبثية التي تثقل كاهلهن. فإن افترضنا مصمِّماً للفهد، فإنه قد وضع بشكل جَلِيّ كل خبرته التصميمية في مهة إتقان صنع قاتل متفوِّق. إن نظرة واحدة إلى تلك الآلة الرائعة للركض تتركنا بلا شك في أن الفهد_لو كنا سنتكلم عن التصميم على الإطلاق_مصمَّم على نحو ممتاز لقتل الغزلان. لكن نفس المُصمِّم قد تكلَّف بكل أعصابه على نحوٍ مُساوٍ لتصميم غزال مُعَدّ على نحو ممتاز للهرب من نفس تلك الفهود. فبحق السماء، على أي جانب هو المصمِّم؟ عندما تنظر إلى عضلات الفهد المشدودة وعمود الفقريّ المرِن، فيجب أن تستنتج أن المصمِّم يريد أن يفوز الفهد في السباق. لكن عندما تنظر إلى الغزال الراكض المراوِغ المناور، فإنك تصل إلى الاستنتاج المضاد بالضبط. هل لا تعلم يسار المصمم ما تفعله يمينه؟ هل هو ساديّ، ويستمتع بالرياضات الوحشية ويرفع القدرة إلى الأبد في كلا الجانبين ليزيد إثارةَ المطارَدة؟ هل من صنعَ الحَمَلَ الذي تأكله قد صنعك؟

[1] متنزهان طاردهما دبّ. فركض أحد المتنزهين، فيما توقف الآخر ليضع حذاء ركضه. فقال له الراكض: "هل أنت مجنون؟ حتى مع حذاء ركض، لا يمكنك أن تسبق دباً رمادياً." فأجابه: "لا، لكن يمكنني أن أسبقك أنت."

هل هو حقاً جزء من الخطة الإلهية أن النمر سيربض جوار الطول الطفل، والأسد سيأكل التبن كالثور[1]؟ في تلك الحالة، فما ثمن الأسنان النابية الطاحنة المرعبة، والمخالب القاتلة للأسد والنمر؟ فمن أين جاءت السرعة المذهلة وتقنيات الهرب السريع للظبي والحمار المخطط؟ لا حاجة للقول لا مشاكل كهذه تنشأ وفقاً للتفسير التطوري لما يحدث. فإن كل جانب يكافح ليفوق الجانب الآخر حيلةً، لأن_على كلا الجانبين_الأفراد الذين ينجحون سوف يمررون آلياً الجينات التي ساهمت في نجاحهم. إن فكرَتَيْ العبثية والإهدار تبرزان في عقولنا لأننا كبشر قادرون على النظر إلى صالح مجمل النظام البيئيّ. يهتم الانتخاب الطبيعيّ فقط ببقاء وتكاثر الجينات الفردية.

مثل الأشجار في الغابة. تماماً كما أن لكل شجرة اقتصاد، به المواد التي توضَع في الجذوع تكون غير متاحة للثمار أو الأوراق، فكذلك كل فهد وغزال له اقتصاده الداخليّ. إن الركض سريعاً مكلِّف، ليس فقط في الطاقة المنتزَعة في الأصل من الشمس، بل وفي المواد التي تدخل في صنع العضلات والعظام والأوتار، أي آلية السرعة والحثّ [*المسارَعة*]. إن الطعام الذي يتناوله غزال في شكل مواد نباتية محدودٌ. أيٌ ما كان ما يُنفَق على عمل العضلات والأرجل الطويلة للركض فإنه يلزم أن يؤخَذ من جزء آخر من أنشطة الحياة، كصنع الأطفال، والذين ربما "يفضل" الحيوان على نحو مثالي إنفاق موارده عليهم. إن هناك توازناً معقداً للغاية من التسويات المُدارة تفصيلياً. لا يمكننا معرفة كل التفاصيل لكننا نعرف بالفعل_(حيث أنه قانون اقتصاديّ غير ممكن كسره)_أنه من الممكن إنفاق أكثر من اللازم على أحد أقسام أنشطة الحياة، وبالتالي أخذ وإنقاص للموارد من قسم آخر لأنشطة الحياة. إن فرداً يستثمر أكثر من الكمية النموذجية في الركض قد يحفظ حياتَه وينجو بجِلدِه الخاص. لكن في المنافسات التطورية سيتغلّب عليه فرد منافس من نفس النوع، والذي يُقتِّر منفقاً القليل على سرعة الجري وبالتالي يتعرّض لخطر الافتراس على نحو أكبر، لكنه يَجعل التوازنَ في الإنفاق سليماً وينتهي بنسل أكثر لتمرير جيناتِ جعلِ التوازن سليماً.

إنه ليس فقط الطاقة والمواد المكلّفة ما يلزم أن يُوازَن على نحو سليم. فهناك أيضاً خطر آخر، إنه خطر أيضاً ليس غريباً عن الحسابات الاقتصادية. إن الأرجل الطويلة والنحيلة جيدة في الجري سريعاً. لكنها_على نحو حتميّ_جيدة أيضاً في الانكسار. إنه من المعتاد تماماً للغاية أن يكسر حصان سباق رجلاً في حُمُوِّ سباق، وعادةً ما يُعدَم سريعاً. وكما رأينا في الفصل الثالث، إن السبب في كونهم قابلين للتأذي للغاية هو أنهم قد رُبُّوا انتخابياً أكثر من اللازم ليكونوا سِراعاً، على حساب كل شيء آخر. إن الغزلان والفهود أيضاً قد رُبّوا انتخابياً ليكونوا سراعاً، منتخَبين طبيعياً وليس اصطناعياً. ولقد كانوا سيكونون أيضاً عرضة للكسور لو انتخبتهم الطبيعة على نحو مبالغ فيه للسرعة. لكن الطبيعة لا تنتخب أي شيء على نحو أكثر من اللازم أبداً. إن الطبيعة تجعل التوازن سليماً. إن العالم مليء بجينات لجعل التوازنات سليمة. إن ذلك سبب وجودها! إن ما يعنيه هذا عملياً هو أن الأفراد ذوي الميل الجينيّ لتنمية أرجل طويلة ونحيلة هشة على نحو استثنائيّ، والتي هي فائقة في الركض على نحو لا يُمكِن إنكاره، أقل احتماليةً لتمرير جيناتهم_في المتوسط_من الأفراد الأبطأ قليلاً الذين أرجلهم الأقل طولاً ونحولاً أقل احتمالية لأن تنكسر. هذا مجرد مثال افتراضيّ واحد على المئات الكثيرة من المقايضات والتسويات التي تتعامل معها سوياً كل الحيوانات والنباتات. إنهم يتعاملون مع الأخطار ومع المقايضات الاقتصادية.

---

[1] إشعيا ٦٥: ٢٥ (٢٥الذِّئْبُ وَالْحَمَلُ يَرْعَيَانِ مَعًا، وَالأَسَدُ يَأْكُلُ التِّبْنَ كَالْبَقَرِ. أَمَّا الْحَيَّةُ فَالتُّرَابُ طَعَامُهَا. لاَ يُؤْذُونَ وَلاَ يُهْلِكُونَ فِي كُلِّ جَبَلِ قُدْسِي، قَالَ الرَّبُّ». و١١: ٦(٦فَيَسْكُنُ الذِّئْبُ مَعَ الْخَرُوفِ، وَيَرْبُضُ النَّمِرُ مَعَ الْجَدْيِ [في ترجمات أخرى: الطفل]، وَالْعِجْلُ وَالشِّبْلُ وَالْمُسَمَّنُ مَعًا، وَصَبِيٌّ صَغِيرٌ يَسُوقُهَا. ٧وَالْبَقَرَةُ وَالدُّبَّةُ تَرْعَيَانِ. تَرْبُضُ أَوْلاَدُهُمَا مَعًا، وَالأَسَدُ كَالْبَقَرِ يَأْكُلُ تِبْنًا. ٨وَيَلْعَبُ الرَّضِيعُ عَلَى سَرَبِ الصِّلِّ، وَيَمُدُّ الْفَطِيمُ يَدَهُ عَلَى جُحْرِ الأُفْعُوَانِ. ٩لاَ يَسُوؤُونَ وَلاَ يُفْسِدُونَ فِي كُلِّ جَبَلِ قُدْسِي، لأَنَّ الأَرْضَ تَمْتَلِئُ مِنْ مَعْرِفَةِ الرَّبِّ كَمَا تُغَطِّي الْمِيَاهُ الْبَحْرَ.) ، وفي سنن ابن ماجه نص مشابه في الحديث٤٠٧٧ من كتاب الفتن باب فتنة الدجال وخروج عيسى بن مريم_م

بالتأكيد إنه ليس أفراد الحيوانات والنباتات الذين يقومون بالتعامل في وقت واحد والموازنة [*بين الوظائف*]. إن الأعداد النسبية للجينات البدائل (الأليلات) في الحوض الجينيّ يَتعامل معها سوياً ويوازنها الانتخابُ الطبيعيّ.

وكما لك أن تتوقع، فإن التسوية المثلى في مقايضة ما ليست ثابتة. ففي الغزلان، فإن المقايضة بين سرعة الجري والمتطلبات الأخرى ضمن اقتصاد الجسد ستُغيِّر حدَّها المثاليّ وفقاً لدرجة انتشار اللواحم في المنطقة. إنها نفس القصة كالتي لأسماك جوبي guppies في الفصل الخامس. فلو كان هناك مفترسون قليلون في الجوار، فإن طول الرجل المثالي للغزال سيُقصَّر. أيْ أن أكثر الأفراد نجاحاً سيكونون الأفراد الذين تجعلهم جيناتهم ميالين لتحويل بعض الطاقة والمادة من الأرجل إلى_مثلاً_إنجاب الأطفال، أو تخزين الدهن في الجسد لأجل الشتاء. هؤلاء أيضاً هم الأفراد الأقل احتماليةً لأن يكسروا أرجلهم. والعكس صحيح: لو زاد عدد المفترسين، فإن التوازن المثالي سيتغير باتجاه أرجل أطول، وخطر أكبر من جهة الكسور، وطاقة ومادة أقل تُنفَق على تلك المناحي من اقتصاد الجسد التي لا تتعلّق بالركض سريعاً.

ونفس النوع تماماً من الحسابات البديهية سيوازِن التسويات في المفترِسين. إن أنثى الفهد التي تكسر رجلها ستموت بلا شك جوعاً، وكذلك أشبالها[1]. لكن_وفقاً لمدى صعوبة العثور على وجبة_فقد يرْجُح خطرُ الفشل في صيد طعام كافٍ_لو ركضَت أبطأ من اللازم_خطرَ كسر رجل أثناء إعداد نوعها بما تحتاجه لتركض سريعاً جداً.

إن المفترسين والفرائس عالقون في سباق تسلح يدفع فيه كل طرف بلا قصد الطرف الآخر لتغيير حده المثالي في الاقتصاد والتسويات بين أخطار الحياة، قُدُمَاً فقُدُمَاً في نفس الاتجاه. سواء حرفياً في نفس الاتجاه، كمثالٍ في اتجاه ازدياد سرعة الركض، أو بالمعنى الأوسع كونهم مُوجَّهين في سباق تسلح المفترس/ والفريسة بدلاً من بعض أجزاء الحياة الأخرى مثل إنتاج الحليب. مع تسليمنا بأن كلا الطرفين عليهما أن يوازنا بين مخاطر_مثلاً_الركض أسرع من اللازم (مما يؤدّي إلى كسر الأرجل أو التقتير على جوانب الاقتصاد الجسديّ الأخرى) مقابل مخاطر الركض أبطأ من اللازم (مما يعني الفشل في صيد الفريسة، أو الإخفاق في الهرب). كل طرف يدفع الطرفَ الآخر في نفس الاتجاه، في نوع من الجنون الشرِس على كلا الطرفين.

حسناً، ربما كلمة "جنون" لا تعبِّر بإنصاف عن جدية المسألة، لأن عقوبة الإخفاق لكلا الجانبين هي الموت، قتلاً على جانب الفريسة، وجوعاً على جانب المفترس. لكن كلمة الثنائيّ [*أو على كلا الطرفين_م*] تعبِّر ببراعة عن الشعور بأنه لو كان يمكن فقط لكلٍ من الصيّاد والطريدة أن يجلسا سوياً ويتوصّلا بالجهد إلى اتفاق معقول، لكان كل واحد منهما أفضل حالاً. تماماً مثل الأشجار في "غابة الصداقة" الافتراضية. يسهل رؤية كيف أن اتفاقية كهذه كانت ستفيدهم، لو أمكن فقط، لو أمكن فقط الالتزام بها. إن نفس الشعور بالعبثية الذي واجهناه في مسألة أشجار الغابة يسود في سباق تسلح المفترِس والفريسة. فخلال الزمن التطوري، صار المفترسون أفضل في صيد الفرائس، مما استحثّ الحيوانات المفترِسة على أن تصبح أفضل في تجنب الاصطياد. كلا الجانبين على التوازي حسَّنا إعدادَهما للبقاء أحياء، لكن ليس بالضرورة أن البقاء صار أحسن، لأن الطرف الآخر يُطَوِّر إعداداته أيضاً.

---

[1] أذكر أني شاهدت ببرنامج أن العلماء حددوا بداية ظهور الطابع والصفة الإنسانية في أحد انواع السلالات البشرية القديمة من أن متحجرة لفرد منها قد انكسرت ثم التحمت، أي أن آخرين ساعدوه حتى شَفِيَ وهو ملمح لتعاون وتعاطف بشري، لا تصل إليه باقي أنواع الحيوان الأقل ذكاءً عموماً_م.

على الجانب الآخر، يسهل رؤية كيف أن مخطِّطاً مركزياً_مع أخذه في الاعتبار على نحو أساسيّ مصلحة كل المجتمع الطبيعيّ_كان سيحكُم باتفاقٍ وفقَ البنود التالية_على غرار "غابة الصداقة"_: فلـ"يتفق" كلا الطرفين على تخفيض تسليحهما، كلا الجانبين يُحوِّلان مواردهما إلى أقسام أخرى من أنشطة الحياة، والكل سيكونون أفضل حالاً كنتيجة. نفس الأمر_بالتأكيد_يمكن أن يُطبَّق في سباقات التسلح البشرية. لن نحتاج مقاتلينا لو توقّفتَ عن تقنية مفجِّريك. لن تحتاج قذائفَكَ لو تخلّينا عن الخاصة بنا. يمكننا توفير المليارات لو خفّضنا نفقات تسليحنا إلى النصف ووضعنا ذلك المال في الإنماء والمحراث[1]. ومن ثَمَّ، بعدما نصَّفَنا ميزانياتِ تسليحنا ووصلنا إلى تعادل راسخ، فلننصِّفْها مرة أخرى. إن التكتيك يقوم على القيام بذلك بالتزامن أحدنا مع الآخر، بحيث يظل كل جانب مُعَدّاً على نحوٍ مساوٍ تماماً لمقابَلة تخفيض الطرف الآخر لميزانية التسليح. إن مثل هذا التخفيض المخطَّط ينبغي أن يكون هكذا فقط: مُخطَّطاً. و_مجدَّداً_صفة مخطَّط هي تحديداً ما ليس هو التطور. فتماماً مثل حالة الأشجار في الغابة، فإن التصعيد حتميّ. وهو يستمر حتى اللحظة التي لا يمكنه فيها من بعدُ تقديم فرد نموذجيّ لعمل أي تصعيد إضافيّ على الإطلاق. فالتطور_على عكس مُصمِّم لخطة_لا يتوقف أبداً ليتأمَّل ما إذا كان هناك سبيلٌ أفضل_سبيل مشترك_لكل ذوي المَصْلَحَة، بدلاً من التصعيد الثنائيّ لأجل أفضلية أنانية، وهي أفضلية تُبطَل تماماً لأن التصعيد متبادَل.

إن إغواء التفكير كمُصمِّم قد كان منتشراً لوقت طويل بين "علماء الإحاثة أو البيئة الكنَسيين"، وحتى علماء الإحاثة الأكاديميون قد قاربوه أحياناً على نحوٍ خطر. إن المفهوم المغري لـ"المفترِسين متدبِّري العواقب" توهمَّها ليس فقط بعض الحمقى مجوَّفي الأدمغة من مقدّسي الطبيعة بل وعالم بيئة أمِركيّ مُميَّز.

إن فكرة المفترسين متدبري العواقب هي كالتالي: فكل امرئٍ يعلم أنه من وجهة نظر مصلحة الجنس البشري ككل، سنكون أفضل حالاً لو امتنعنا عن الصيد المجحِف للأنواع الغذائية الهامة_مثل سمكة القد cod_حتى الانقراض. هذا سبب الاجتماعات السرية المهيبة للحكومات مع المنظمات غير الحكومية التجارية لتنظيم الحصص والقيود. ذلك سبب أن الحجم الدقيق لشباك الصيد يحدده بدقة مرسوم حكومي، وذلك سبب كون السفن المدفعية تحرس البحار في دوريات مطارِدةً الصيادين المخالفين. نحن البشر_في أحوالنا الجيّدة وعندما نُنَظَّم على نحو ملائم برجال الشرطة_"مفترسون متدبرون للعواقب". بالتالي_أو هكذا يبدو لعلماء بيئة معينين_ألا نتوقَّع من المفترسين البريين_مثل الذئاب أو الأسود_أن يكونوا مفترسين متدبرين للعواقب أيضاً؟ الإجابة هي لا قاطعة. ومن المهم فهم السبب، لأنها نقطة مهمة، ينبغي أن تكون حالة أشجار الغابة وكل هذا الفصل قد أَعَدَّنا لها.

إن مُخطِّطاً_مصمِّماً للنظام البيئيّ يأخذ في الاعتبار مصلحة مجتمع الحيوانات البرية ككل_كان حقاً سيقدِّر سياسة ذبح مثالية. والتي يتعيَّن على الأسود_كمثال_أن يلتزموها على نحو نموذجيّ، بعدم أخذ أكثر من حصة [*كوتة*] معينة من أيّ نوع من الظباء، واستبعاد الإناث الحوامل، وعدم صيد الذكور الشباب المفعمين بالقدرة التكاثرية. الامتناع عن أكل أفراد الأنواع النادرة، والتي قد تكون عرضة

---

[1] يبدو دوكنز هنا كأنما يقتبس من الصورة المسيحانية في الكتاب العبراني، إشعيا ٢: ٤ (...فَيَطْبَعُونَ سُيُوفَهُمْ سِكَكًا وَرِمَاحَهُمْ مَنَاجِلَ. لاَ تَرْفَعُ أُمَّةٌ عَلَى أُمَّةٍ سَيْفًا، وَلاَ يَتَعَلَّمُونَ الْحَرْبَ فِي مَا بَعْدُ.) ولا داعي لأن ننسى أنه كما يقول عن نفسه مسيحيّ الثقافة ومفكر حر في آنٍ واحد، وفي مسند أحمد: ١٠٢٦٦ – حدثنا عبد الله حدثني أبي ثنا سريج قال ثنا فليح عن الحارث بن فضيل الأنصاري عن زياد بن سعد عن أبي هريرة قال قال رسول الله صلى الله عليه و سلم ينزل عيسى بن مريم إماما عادلا وحكما مقسطا فيكسر الصليب ويقتل الخنزير ويرجع السلم ويتخذ السيوف مناجل وتذهب حمة كل ذات حمة وتنزل السماء رزقها وتخرج الأرض بركتها حتى يلعب الصبي بالثعبان فلا يضره ويراعي الغنم الذئب فلا يضرها ويراعي الأسد البقر فلا يضرها.

لخطر الانقراض والتي قد يتضح أنها مفيدة في المستقبل، لو تغيرت الظروف. لو كان يمكن فقط أن يلتزم كل الأسود في الدولة بالكميات والحصص المتفَق عليها، محسوبةً بعناية لتكون قابلة للاستمرار، ألم يكن هذا سيكون رائعاً، وعقلانياً كذلك؟ فقط لو كان يمكنظ

حسناً، كان هذا سيكون عقلانياً، وهو كان مصمِّم سيحدده، على الأقل لو كان يراعي مصلحة النظام البيئي ككل. لكنه ما لن يخطّطه الانتخاب الطبيعيّ (على نحو رئيسي لأن الانتخاب الطبيعي_مفتقداً الهدف ورؤية المستقبل_لا يمكنه التخطيط على الإطلاق)، وهذا ليس ما يحدث! هاكم السبب، والمسألة مرة أخرى كمسألة الأشجار في الغابة. تخيل أنه_بدبلوماسية عجيبة أسدية ما_نجح أغلبية من الأسود في منطقة في أن يتفقوا على تحديد صيدهم بمعدلات ثابتة. لكن من ثمّ، افترِض أن في تلك المجموعة السكانية الكابحة للمطامع والمتحلّية بروح الجماعة، ظهر جين طافر جعل أسداً فرداً ينشق عن الاتفاق ويستغل المجموعة السكانية للفرائس إلى أقصى حد، وصولاً حتى إلى خطر التسبب في انقراض النوع المفترَس. هل سيعاقب الانتخاب الطبيعيّ الجينَ المتمرِّد الأنانيّ؟ للأسف، لن يفعل. فنسل الأسد المتمرد_ممتلكو الجين المتمرد_سيتغلبون في المنافسة والتكاثر على منافسيهم في المجموعة السكانية للأسود. خلال أجيال قليلة، سينتشر الجين المتمرد خلال المجموعة السكانية ولن يُترَك أيٌّ من جين الاتفاق الأصليّ الودود. إن الذين ينالون نصيب الأسد[1] يمرّرون جيناتم الخاصة بفعل ذلك [*بكثرة إنجابهم_م*].

لكن_سيحتجّ المتحمّسون لفكرة التخطيط_: عندما تتصرّف كل الأسود على نحو أنانيّ ويصطادون على نحو مجحف الأنواعَ المفترَسة حتى الانقراض، فإن كل واحد منهم سيكون أسوأ حالاً، حتى أفراد الأسود الذين هم أنجح الصيّادين. في النهاية، لو انقرضت كل الفرائس، فكذلك ستنقرض أيضاً كل المجموعة السكانية للأسود. وبالتأكيد_يصر المتحمس لفكرة التخطيط_: سيتدخل الانتخاب الطبيعي لإيقاف ذلك عن الحدوث؟ مجدداً للأسف، لا. إن المشكلة هي أن الانتخاب الطبيعي لا "يتدخّل"، الانتخاب الطبيعي لا ينظر إلى المستقبل[2]، وهو لا يختار بين المجموعات المتنافسة. فلو كان فعل ذلك، لكان هناك بعض الفرصة لأن يُفضَّل الافتراس متدبر العواقب. إن الانتخاب الطبيعي_كما أدرك دارْوِن على نحو واضح أكثر بكثير من الكثير من خلفائه_يختار بين الأفراد المتنافسين ضمن مجموعة سكانية. فحتى لو كانت كل المجموعة السكانية تُقاد إلى الانقراض_مقادة بالتنافس الفرديّ_فسيظل الانتخاب الطبيعيّ يؤيد أكثرَ الأفراد تنافسيةً، وصولاً إلى نقطة موت آخر واحد. الانتخاب الطبيعي يمكن أن يقود مجموعة سكانية إلى الانقراض، بينما يؤيِّد باستمرار_حتى النهاية الأليمة_الجيناتِ المتنافسة المقدَّر لها أن تكون آخر ما ينقرض. إن المُخطِّط الافتراضيّ الذي تخيّلتُه هو نوع معيَّن من الاقتصاديّ، اقتصاديّ للصالح العام يُقَدِّر الإستيراتيجية المُثلى لكامل مجموعة سكانية، أو مجمل نظام بيئيّ. إن كان يجب أن نستعمل التشبيهات الاقتصادية، فينبغي أن نتخيّل بدلاً من ذلك "يداً خفية" للاقتصاديّ كآدم سمِث[3] Adam Smith خفيّ.

---

[1] أو اللاتي. إن الحالة المتعلقة بالأسود تتعقد بحقيقة أن الإناث يقمن بمعظم الصيد، لكن الذكور يميلون إلى الحصول على "نصيب الأسد" على أي حال. لا تتوقف عند (الأسود) في مثالي النظريّ. فكّر في نوع مفترسٍ عام، وتخيل أفراداً "متدبرين للعواقب" يمتنعون عن الصيد المجحِف، وأفراداً "غير متدبرين للعواقب" ينشقون عن الاتفاق. [ملاحظة من المترجم: ومع ذلك فحتماً الأنثى الأكثر صيداً سترعى نسلها أفضل وسيكون لها نسل أكثر عدداً بحكم ارتفاع كم مواردها].

[2] إن الكلام الفضفاض عن التكيف الدارْوِنيّ يتأسّس عل نحو متكرر على الافتراض الواهم (لا أقول الحدسيّ، وهو بالتالي أكثر ضرراً) أن التطور له تبصُّر بالمستقبل. إن _Sydney Brenner بطل أبحاث قسم ديدان *Caenorhabditis* في الفصل الثامن_له ذكاء ساخر يتفق مع تألقه العلمي. لقد سمعته ذات مرة ينتقد ساخراً وهم "التبصر التطوري بالمستقبل" بتخيل نوع في العصر الكامبري احتفظ في حوضه الجيني ببروتين غير مفيد في ظروفه، لأنه "قد يتضح أنه ملائم للاستعمال في العصر الطباشيري".

[3] اقتصادي إنجليزي شهير ومن رواد عصر النهضة والتنوير، من كتبه المشورة (ثروة الأمم).

عدالة تطورية

لكني الآن أريد أن أترك الاقتصاديات بالكلية. سنظل مع فكرة المخطِّط، المصمِّم، لكن مخطِّطنا سيكون فيلسوفاً أخلاقياً بدلاً من اقتصاديّ. إن مصمِّماً محسِناً_كما كنتَ لتظن على نحوٍ مثاليٍّ_سيسعى إلى تقليل المعاناة إلى أدنى حد. هذا ليس متعارضاً مع اقتصاديّ الصالح العام، لكن النظام المنتوج كان سيكون مختلفاً تفصيلياً. و_مجدداً_هذا للأسف لا يحدث في الطبيعة. فلماذا سينبغي عليها أن تكون كذلك؟ إنها حقيقة مريعة لكنها حقيقية: المعاناة بين الحيوانات البرية مروِّعة للغاية بحيث أن النفوس الحسّاسة سيكون من الأفضل ألا تتأمّل فيها. لقد عرف دارْوِن ما تحدّثَ عنه عندما قال، في رسالة إلى صديقه Hooker: "يا له من كتابٍ قد يكتبه قسٌّ للشيطان عن أعمال الطبيعة الخرقاء المبذِّرة الوضيعة الحمقاء والوحشية على نحو مروِّع". إن التعبير الجدير بالذكر "قسيس الشيطان" أوحى لي بعنوان أحد كتبي[1]، وفي كتاب آخر عبّرت عن الأمر هكذا:

"الطبيعة ليست لطيفة ولا غير لطيفة. إنها ليست ضد المعاناة، ولا معها. الطبيعة لا تبالي بالمعاناة بطريقة ما أو أخرى. ما لم تؤثِّر تلك المعاناة على بقاء الـDNA الحمض النوويّ. من السهل تصور جين_مثلاً_يُسكِّن الغزلانَ عندما تكون على وشك معاناة عضّة مميتة. لكن هل سيؤيد الانتخاب الطبيعي جيناً كهذا؟ ليس إلا إذا كان فعل تسكين غزال يُحسِّن فرص ذلك الجين في التوالد في الأجيال المستقبلية. يعسِّر رؤية لماذا سينبغي أن يكون الأمر هكذا وربما لذلك يمكننا أن نخمّن أن الغزلان تعاني ألماً ورعباً مروِّعاً عندما تُطارَد حتى الموت، كما يحدث لمعظمها آخر الأمر. إن الكمّ الكليّ للمعاناة سنوياً في العالم الطبيعي يفوق كل توقع مقبول. خلال الدقيقة التي استغرقها لصياغة هذه الجملة، آلاف الحيوانات تؤكَل أحياءً، وأخرى تركض للنجاة بحيواتها، آنّين برعب، فيما أخرى تُلتَهَم ببطء من الداخل بالطفيليات المزعجة، ويموت آلافٌ من كل الأنواع جوعاً أو عطشاً أو مرضاً. إنه يجب أن يكون الأمر هكذا. إن كان هناك زمن وفرة على الإطلاق، فإن هذه الحقيقة ذاتها كانت ستؤدّي أوتوماتيكياً إلى زيادة في المجموعة السكانية حتى يُستَعاد الوضعُ الطبيعيّ للمجاعة والبؤس."

تسبِّب الطفيلياتُ على الأرجح معاناة أكثر من المفترِسين، وإن فهم أسسها المنطقية التطورية يُزيد_بدلاً من أن يُلطِّف_شعورَ العبثية الذي نمرّ به عندما نتأملها. إنني أحتجّ ضدها كل مرة أُصاب فيها بالبرد (مصاب بواحد الآن، كما يُصادِف). ربما أن إزعاج ثانوي فحسب، لكنه بلا معنى للغاية! فعلى الأقل لو أكلتكَ أفعى أناكودا لأمكنك أن تشعر أنك قد ساهمتَ في الحالة الجيدة لأحد مالكي الحياة. عندما يأكلك نمر، ربما تكون آخر أفكارك: أيُّ يدٍ أو عين خالدة قد شكّلَت رعبَكَ؟...لكن ڤيرَس! إن الڤيرَس له عبثية عديمة المعنى مكتوبة في الـDNA الخاص به ذاته، في الحقيقة الـRNA في حالة ڤيرَس البرد الشائع لكن المبدأ واحد. إن الڤيروسات تتواجد لمجرد الغرض الوحيد لعمل ڤيروسات أكثر. حسناً، نفس الشيء صحيح الانطباق على نحو أساسي بالنسبة للنمور والثعابين، ولكن هناك لا يبدو الأمر عبثياً للغاية. ربما يكون النمور والثعابين آلات ناسخة للـDNA لكنها آلات جميلة رائعة معقدة مكلِّفة ناسخة للـDNA. لقد تبرعتُ بمال للحفاظ على جنس النمر، لكن من سيفكر في التبرع بمال للحفاظ على ڤيرَس البرد الشائع؟ إن العبثية هي ما أشع به عندما أنُفّ مجدّداً وألهث لأجل التنفس.

---

[1] devil's chaplain ترجمه أ/ إبراهيم فهمي بعنوان "العلم والحقيقة"، المشروع القومي للترجمة_مصر_م.

عبثية؟ يا لانعدام المنطق العاطفي البشري. إن الانتخاب الطبيعي عبثي تماماً. إن الأمر كله يتعلّق بالتعليمات الناسخة لذاتها لأجل النَسْخ الذاتيّ. لو بقي تباين للـDNA من خلال بلع أناكودا لي بكاملي، أو بقي تباين للـRNA بجعلي أعطس، فهذا كل ما نحتاجه على سبيل التفسير. إن الڤيروسات والنمور كلاهم بُنوا بتعليمات مشفَّرة رسالتها النهائية هي_كڤيروسات الكمبيوتر_هي "ضاعِفْني". في حالة ڤيروسات البرد فإن التعليمة تُنفَّذ مباشرةً حقاً. إن DNA النمر هو برنامج "ضاعفني" أيضاً، لكنه يحتوي تقريباً على استطراد كبير على نحو رائع كجزء أساسيّ من الأداء الفعّال لرسالته الأساسية. هذا الاستطراد هو نمر، كاملاً مع الأنياب والمخالب وعضلات الركض وغرائز المطاردة خلسة والانقضاض. إن DNA النمر يقول: "ضاعفني بالطريق الملتفّ ببناء نمر أولاً". بالمثل في نفس الوقت، يقول DNA الظبي: "ضاعفني بالطريق الملتفّ ببناء ظبي أولاً"، كاملاً مع أرجل طوال وعضلات سريعة، ذا غرائز جُبْن وأعضاء حسّ حادّة على نحو رائع تتجاوب مع الخطر من النمور". إن المعاناة هي منتَج عَرَضيّ للتطور بالانتخاب الطبيعيّ، نتيجة حتمية والتي لا يمكن أن تقلقنا في أكثر لحظاتنا تعاطفاً لكن لا يمكن توقع أن تُقلق نمراً_حتى لو كان يمكن أن يُقال عن نمر أنه قِلِقٌ بصدد أيّ شيء على الإطلاق_وبالتأكيد لا يمكن توقع أن تُقلِق جيناتِه.

يقلَق علماء اللاهوت بصدد مشكلتَيْ المعاناة والشرّ، إلى حد أنهم قد ابتكروا حتى مصطلحاً، هو العدالة الإلهية theodicy (حرفياً "عدالة الله")، من أجل تجشُّم محاولة التوفيق بينهما [*المشكلة*] وبين الإحسان المفترَض لله. علماء البيولوجي التطورية لا يرون مشكلة، لأن الشر والمعاناة لا يبالِيان بأي شيء_بأي سبيلٍ كان_في حسابات التفاضل والتكامل لبقاء الجين. مع ذلك، علينا أن ندرس مشكلة الألم. فمن أين يجيء، من وجهة النظر التطورية؟

إن الألم_ككل شيء آخر بشأن الحياة، كما نفترض_هو حيلة تطورية، والتي تعمل على تحسين [*مُعدَّل*] بقاء المُعانِي. إن العقول مبنيّة على قاعدة التجربة والتعلم، مثل: "لو مررتَ بإحساس الألم، فتوقّف عما تفعله أياً كان، ولا تفعله ثانيةً". تظل مسألة للنقاش المثير للاهتمام لماذا ينبغي أن يكون أليماً للغاية على نحو لعين. فنظرياً_كما قد تفكِّر_إن المرادف لعلم أحمر صغير كان قد يبرز على نحو غير مؤلم في مكان ما في الدماغ، متى ما فعل الحيوان شيئاً يضره، كالتقاط جمرة حمراء ساخنة مثلاً. كتذكير إلزاميّ: "لا تفعل هذا مجدداً!" أو كتغير غير مؤلم في الرسم البياني المتشابك للمخ كمثل ذلك بألا يفعل الحيوان ذلك ثانياً، كمسألة حقيقة، هذا المرادف كان سيبدو_ظاهرياً_كافياً. فلماذا الألم الشديد، الذي يمكن أن يستمر لأيام، والذي قد لا تُحرِّر الذاكرةُ نفسَها منه أبداً؟ ربما السعي لحل هذا السؤال هو النسخة الخاصة للنظرية التطورية عن العدالة. لماذا الألم الشديد للغاية؟ ما المشكلة مع العلم الأحمر الصغير؟

ليس لديّ إجابة حاسمة. إحدى الإجابات المحتملة الفاتنة هي هذه. ماذا لو خضع العقل لرغبات وحوافز متعارضة، وهناك نوع ما من الصراع الداخلي بينهم؟ ذاتياً، نحن نعرف المشاعر جيداً. قد نكون في تنازع_مثلاً_بين الجوع والرغبة في أن نكون رشيقين. أو ربما نكون في تنازع بين الغضب والخوف. أو بين الرغبة الجنسية والخوف الخجول من الرفض، أو ضمير يستحث على الأمانة. يمكننا أن نشعر حرفياً بصراع الحرب داخلنا، بينما تتنازع رغباتُنا المتعارضة. وبعد، عودةً إلى الألم وتفوقه المحتمل على "علم أحمر"، فتماماً مثلما أن الرغبة في الرشاقة يمكن أن تهيمن على الجوع، فإنه من الممكن على نحو واضح الهيمنة على الرغبة في الهرب من الألم. إن ضحايا التعذيب قد يستسلمون آخر الأمر، لكنهم كثيراً ما يمرّون بمرحلة تحمل ألم ضخم بدلاً من_مثلاً_خيانة بلدهم أو بلدهم أو أيديولوجيتهم. بقدر ما يمكن أن يُقال عن الانتخاب الطبيعي أنه "يريد" أي شيء، فإنه "لا يريد" من الأفراد أن يُضحّوا لأجل حب

بلدهم، أو لصالح أيديولوجية أو حزب أو مجموعة أو نوع. إن الانتخاب الطبيعيّ "ضدّ" الأفراد المتغلّبين على أحاسيس الألم المنذِرة. الانتخاب الطبيعي "يريدنا" أن نبقى أحياء، أو على نحو أكثر تخصيصاً أن نتكاثر، ونكون ملعونين من البلد أو الأيديولوجيا أو مرادفاتهما غير البشرية. طالما تعلّق الأمر بالانتخاب الطبيعي، فإن الأعلام الحمراء الصغيرة ستُفضَّل فقط لو لم يُتغلّب عليها قطّ.

وبعد، رغم الصعوبات الفلسفية، أعتقد أن الحالات حيث يُتغلَّب على الألم لأسباب غير تطورية، أسباب الولاء للوطن أو الأيديولوجي ...إلخ كانت ستكون أكثر تكرّراً لو كان لدينا "علم أحمر" في المخ بدلاً من ألم حقيقيّ غير محتمَل. افترِض أن طفرات جينية نشأت لا يمكن لحامليها أن يشعروا بالكرب المعذِّب للألم لكن يعتمد على نظام "علم أحمر" ليُبقي حامليه بعيداً عن الضرر الجسديّ. لكان سيكون سهلاً عليهم مقاومة التعذيب، سرعان ما كانوا سيُجنَّدون كجواسيس. فباستثناء أنه كان سيكون سهلاً تجنيد عملاء مجهّزين لتحمل التعذيب لأنه سيتوقّف ببساطة عن كونه مستعمَلاً كوسيلة استنطاق، لكن في حالة برية طبيعية، هل كان المُطفَّرون عديمو الألم ذوو "الأعلام الحمراء" سيبقون أحياء أفضل من الأفراد المنافسين الذين تصنع أدمغتهم ألماً جدياً؟ هل سيبقون أحياء لتمرير جينات العلم الأحمر البديلة لجينات الألم؟ حتى مع وضعنا جانباً الظرفَ الخاص للتعذيب، والظروف الخاصة للولاء للأيديولوجية، أعتقد أننا يمكننا أن نرى أن الإجابة قد تكون لا. ويمكننا تصور المكافِئات المناظِرة غير البشرية في عالَم الحيوان.

مما يثير الاهتمام، أن هناك أفراداً شاذي الصفات لا يمكنهم الشعور بالألم، وعادةً ما يصلون إلى نهاية سيئة. إن (انعدام الحس الخَلقيّ بالألم مع عدم التعرق[1]) CIPA هو شذوذ جينيّ نادر فيه يفتقد المريض الخلايا المستقبلة للشعور بالألم في الجلد (وكذلك لا يتعرّقون). على نحو لا يمكننا إنكاره، فإن مرضى CIPA ليس لديهم نظام "علم أحمر" داخليّ ليعوّض تعطُّل نظام الألم، لكنْ قد تفكر أنهم يمكن أن يُعَلَّموا أن يكونوا واعين معرفياً بالحاجة إلى تجنب التضرر الجسديّ، كنظام علم أحمر مُتعَلَّم. مهما حدث، فإن مرضى CIPA يتعرَّضون لمجموعة متنوعة من التبعات الكريهة لعدم مقدرتهم على الشعور بالألم، تتضمَّن الحروقَ والكسور والندوب العديدة والتلوث بالعدوى والتهابات الزائدة الدودية غير المعالَجة والخدوش في مُقَل العيون. على نحو غير متوقَّع أكثر، يُعانون أيضاً من تضرُّر جديّ في مفاصلهم، لأنهم_بخلاف بقيتنا_لا يُغيِّرون أوضاعَهم عندما يجلسون أو يضطجعون في وضع واحد لوقت طويل. يضع بعض المرضى مؤقِّتات لتذكير أنفسهم بتغيير وضعهم على نحو متكرر خلال اليوم.

حتى لو كان نظام "علم أحمر" في المخ يمكن جعله فعّالاً، لا يبدو أن هنالك سبباً لأن يفضّله الانتخاب الطبيعيّ واقعياً على نظام ألم حقيقيّ لمجرد أنه أقل كَراهة. فعلى خلاف مصمِّمنا المُحسِن الافتراضيّ، فإن الانتخاب الطبيعيّ لا يُبالي بكثافة المعاناة، إلا بقدر ما يؤثّر على البقاء والتكاثر. و_كما ينبغي أن نتوقّع لو أن بقاء الأصلح عوضاً عن التصميم يشكِّل أساسَ عالَم الطبيعة_فإن عالَم الطبيعة لا يبدو أنه يتخذ أي خطوات على الإطلاق لتقليل المجموع الكليّ للمعاناة. يتفكَّر Stephen Jay Gould في مثل هذه المسائل في مقال رائع عن (الطبيعة غير الأخلاقية). لقد تعلّمتُ منها أن ذلك الاشمئزاز الشهير لدارْوِن من دبابير Ichneumonidae_ والذي اقتبستُ جملته في نهاية الفصل السابق_أبعد ما تكون عن التفرد بين مفكري العصر الڤيكتوريّ.

---

[1] Congenital insensitivity to pain with anhidrosis (CIPA)

إن دبابير Ichneumonidae_مع عادتهم في شلّ ضحاياها وليس قتلها، قبل وضع البيض فيها والتي تصبح مستقبَلاً يرقات تلتهم جوفَ الضحية من الداخل_ووحشية الطبيعة كانت مواضيع رئيسية موضع انهماك لتأملات العدالة الإلهية في العصر الڤيكتوريّ. يسهُل معرفة السبب. إن إناث دبابير Ichneumonidae تضع بيضها في حشرة ضحية حية، مثل اليساريع[1]، لكن ليس قبل أن تبحث بإبرتها اللاذعة عن كل عقدة عصبية تباعاً، بحيث تُشَلّ الفريسة، لكن تظل حية. فهي يجب أن يُبقَى عليها حية للإمداد بلحم طازج ليرقات الدبابير النامية المتغذّية من الداخل. واليرقات_بدورها_تراعي أن تأكل الأعضاء الداخلية بترتيب حكيم متدبِّر. فهي تبدأ بالتهام الأجسام الدهنية والأعضاء الهضمية، تاركةً القلب والنظام العصبيّ الحيويين حتى النهاية، فهي ضرورية_كما ترى_لإبقاء اليسروع حياً. كما تساءل دارْوِن على نحوٍ حادّ الشعور للغاية، فأي نوع من المصمِّم المُحسِن كان سيبتكر ذلك؟ لا أدري إذا ما كانت اليساريع يمكنها الشعور بالألم. آمَل بإخلاص ألا يكونوا. لكن ما أعرفه حقاً هو أن الانتخاب الطبيعي لن يتخذّ على أية حال خطوات لتخفيف ألمهن، طالما يمكن إنجاز الوظيفة على نحو أكثر اقتصادية بشل حركتهن ببساطة.

اقتبسَ Gould من المُوقَّر William Buckland، الذي كان عالم جيولوجي [*طبقات الأرض*] رائداً في القرن التاسع عشر، الذي وجد عزاءً في تشوشه الذهنيّ المتفائل الذي نجح في وضعه على مسألة المعاناة المُسبَّبة باللواحم [*آكلات اللحوم*]:

"إن تقرير الموت بواسطة اللواحم، كالنهاية المعتادة لوجود الحيوانات، يَظهر بالتالي في نتائجه الرئيسية على أنه تدبير الخيرية الإلهية، فهو يخفض الكثير من الكم الإجماليّ لآلام الموت في العالم، إنها تَختَصِر، وتُبطِل تقريباً_من خلال الخلق الوحشيّ_بؤس المرض والجروح الحادثة والاضمحلال البطيء، وهي تستغل مثلَ هذا الكبح المفيد لزيادة الأعداد المفرِطة، لكي يُحافِظ إمدادُ الغذاء دائماً على النسبة المتوافقة مع الاحتياج. إن النتيجة هي أن سطح اليابسة وأعماق المياه تعجّ دوماً بعشرات آلاف الكائنات الحية النشِطة، تتواجد مباهج حيواتها في تزامن خلال آماد بقائها، والتي_خلالَ الفترة القصيرة المخصَّصة لوجودها_تُنجِز بسعادة الوظائف التي خُلِقَت لأجلها."

حسناً، إن الأمر ليس بهذه الروعة بالنسبة لهم!

---

[1] يساريع caterpillars: جمع يسروع، وهي يرقات الفراش والعث_م.

الفصل الثالث عشر: هناك عظمة في هذه الرؤية للحياة

على عكس جده الباحث التطوريّ إرازموس Erasmus_الذي أعجبت قصيدته العلمية (على نحو مذهل نوعاً ما، علي أن أقول) Wordsworth and Coleridge__لم يُعرَف تشارلز دارْوِن كشاعر، لكنه أنتج فقرة شاعرية غنائية في آخر فقرة من كتابه (عن أصل الأنواع):

"وهكذا، من خلال صراع الطبيعة، والمجاعة والموت[1]، فإن أسمى الأشياء التي نجد أنفسنا قادرين على تصورها_تحديداً إنتاج الكائنات العليا_قد كان نتيجة مباشرة. وإن هناك فخامة في هذه الرؤية للحياة، مع قواها العديدة، منفوخة في الأصل في أشكال قليلة أو شكل واحد، وأنه بينما كان يدور هذا الكوكب وفقاً لقانون الجاذبية الثابت، من بداية بسيطة كتلك طُوِّرَت وتُطوَّر أشكال لا نهائية غاية في الجمال والروعة".

هناك الكثير في هذه الخاتمة الشهيرة، وأريد التعليق بتناولها سطراً سطراً.

من خلال صراع الطبيعة، من خلال الندرة [*المجاعة*] أو الموت

صافِيَ التفكير كما كان دوماً، أدرك دارْوِن التناقض الأخلاقي في قلب نظريته العظيمة. إنه لم يتصنّع الكلمات، لكنه قدّم الفكرة الملطِّفة من أن الطبيعة ليس لها مقاصد شريرة. فالأشياء تَنتُج ببساطة من "قوانين تعمل في كل ما حولنا"، وأقتبسُ من جملة قبلها من نفس الفقرة، قد قال فيها شيئاً مشابهاً لآخر الفصل السابع من (عن أصل الأنواع):

"ربما لا يكون استنتاجاً منطقياً، لكن بالنسبة لتصوري إنه أكثر إرضاءً بكثير النظر إلى غرائز مثل طرد فرخ الوقواق للأبناء الأصليين من العش المتطفِّل به[2]، واستعباد النمل لنمل آخر، وتغذّي يرقات دبابير ichneumonidae على داخل الأجساد الحية لليساريع، ليس على

[1] أخبرنا دارْوِن أنه استمد إلهامه الأصلي للانتخاب الطبيعي من عالم الاقتصاد Thomas Malthus، ولعل هذه الفقرة بعينها لدارْوِن قد دعته إليها الفقرة التنبوية التالية، التي لفت انتباهي لها صديقي Matt Ridley: *تبدو المجاعة آخر ملجإ وأشده إفزاعاً للطبيعة. إن قوة التكاثر السكانيّ تفوق بكثير قدرَة الأرض على إنتاج موارد رزق للبشر، لدرجة أن الموت السابق لأوانه يجب أن يزور الجنس البشريّ في شكل أو آخر. إن رذائل الجنس البشري هي خُدّام نشيطون ومقتدرون لتقليل السكان. إنها البشائر في جيش الدمار العظيم، وكثيراً ما تُنهي العمل البغيض بنفسها. لكن إذا فشلن في حرب الإبادة تلك، فإن مواسم المرض والأوبئة والطاعون تتقدم في ترتيب مروِّع وتزيل الآلاف وعشرات الآلاف. ما لم يكتمل النجاح، فإن المجاعة الحتمية الكبيرة ستتبختر في إثرهن، وبضربة واحدة جبّارة تعادِل مستويات السكان مع مستويات الطعام."*

[2] للوهلة الأولى قد يظن الإنسان انه لا يوجد شيء في مظهر وتصرفات طيور الوقواق يميزها عن غيرها من الطيور أو يجذب الانتباه إليها ، فهي طيور خجولة نادرا ما ترى وأحيانا لا يستدل على وجودها إلا من خلال صوتها المميز ، لكن من خلال المراقبة والملاحظة الدقيقة نكتشف أمورا شديدة الغرابة في سلوك هذا الطير ، فهي لا تبني أعشاشا ولا تحتضن بيضا ولا تزق أفراخا، بل تترك هذه المهمة الشاقة بأكملها على عاتق طيور أخرى تربي لها أفراخها مجانا!. فعندما تريد أنثى الوقواق وضع بيضها تبدأ بالبحث على عش طائر أخر، و تفضل الطيور الصغيرة الحجم كالعصافير، و عادة ما تختص كل مجموعة من طيور الوقواق بالتطفل على نوع خاص من الطيور فتضع بيضا يشبه شكل بيض الطائر الضحية من حيث الحجم و الشكل، وتبدأ أنثى الوقواق بمراقبة عش الطائر الضحية بشكل مستمر، كما تقوم بطريقة لا يعلم أسرارها العلماء حتى اليوم بضبط تاريخ وضع بيضها مع تاريخ وضع الطير الضحية لبيضه والتي ما أن يضعها حتى تبدأ أنثى الوقواق بتحين الفرص لتنفيذ خطوتها التالية، أحيانا بمفردها و تارة بمساعدة ذكرها. في الحقيقة لا تحتاج أنثى الوقواق سوى إلى أن يبتعد الطائر الضحية عن=

أنها غرائز ممنوحة أو مخلوقة خصّيصاً، بل كنتائج صغيرة لقانونٍ عامّ واحد، يؤدّي إلى تقدم كل الكائنات المتعضّية، تحديداً بالتكاثر والتباين، فليَعِشْ الأقوى ويَمُتْ الأضعف."



رغم ان فرخ الوقواق ينمو بسرعة ليصبح مختلفا عن الطائر الضحية من حيث الشكل و الحجم إلا أن هذا الأخير لا يلاحظ و لا يميز ذلك و يستمر بتغذية الفرخ حتى يكتمل نموه و يتمكن من الطيران مبتعدا عن العش

لقد أشرتُ من قبل إلى دارْوِن_الذي شاطره فيه معاصروه على نحو واسع_اتجاهَ أنثى دبّور *ichneumonidae* في لدغ ضحيتها لتشلّها لكن لا تقتلها، وبالتالي تُبقي اللحمَ طازجاً ليرقاتها حينما تأكل الفريسةَ الحية من الداخل. لم يستطِع دارْوِن_كما لعلك تتذكّر_أن يُقنِع نفسَه أن خالقاً مُحسِناً كان سيتصوّر عادة كتلك. لكن مع وضع الانتخاب الطبيعي كعامل القيادة يصير كل شيء واضحاً ومفهوماً ومعقولاً. الانتخاب الطبيعي لا يبالي بأيّ راحة. ولماذا ينبغي عليه ذلك؟ لأجل أن يحدث شيء في الطبيعة، فإن المتطلَّب الوحيد هو أن يكون نفس الحدث في أزمنة الأسلاف الماضية قد ساعد على بقاء الجينات التي تُسبِّبه. إن بقاء الجين هو تعليل كافٍ لوحشية الدبابير من نوع *ichneumonidae* واللامبالاة القاسية لكل الطبيعة، تعليل كافٍ مُرضٍ للذكاء إن لم يكن للشفقة البشرية.

أجل، هناك عظمة في هذه الرؤية للحياة، وحتى نوع من العظمة في لا مبالاة الطبيعة الهادئة بالمعاناة التي تَنتُج حتمياً تبعاً لمبدئها الموجِّه، ألا وهو بقاء الأصلح.

قد يُفاجَأ اللاهوتيون هاهنا لهذا التشابه مع مناورة مشهورة لنظرية العدالة الإلهية، والتي يُنظَر فيها إلى المعاناة على أنها مرتبطة حتمية مع حرية الإرادة. سيجد علماء الأحياء_من جهتهم_أن كلمة "حتمية" يقيناً ليست قوية أكثر من اللازم عندما يتأمّلون (ربما

= عشه لمدة عشرة ثواني لا غير لتحصل على مرادها ومرامها ، حين تحين هذه الفرصة النادرة فأنها تنقض بسرعة على العش فتلتقط إحدى بيضات الطائر الضحية وتلقي بها خارج العش ثم تبيض هي بيضة واحدة محلها وتبتعد مسرعة. وعندما يعود الطائر الضحية إلى عشه فأنه غالبا لا ينتبه إلى ما جرى ولا يميز بين بيضة طائر الوقواق وبين بيضه فيحتضنها مثل الأخريات ، وعادة ما تفقس بيضة طائر الوقواق قبل أن يفقس بيض الطائر الضحية. ويبدو أن فرخ الوقواق لا يقل دناءة في سلوكه عن والدته الحقيقية , فهو يتحين الفرص بانتظار أن يترك الطير الضحية العش ويذهب لجمع الطعام وما أن تحين هكذا فرصة حتى يقوم مسرعا بدحرجة بيض أو أفراخ الطائر المضيف ويلقي بها خارج العش وبهذا يخلو لها الجو ويحصل على العناية والغذاء لوحده بدون شريك. ورغم ان فرخ الوقواق ينمو بسرعة ليصبح مختلفا عن الطائر الضحية من حيث الشكل والحجم إلا أن هذا الأخير لا يلاحظ ولا يميز ذلك ويستمر بتغذية الفرخ حتى يكتمل نموه ويتمكن من الطيران مبتعدا عن العش. طبعا ليست جميع عمليات الاحتيال التي يقوم بها طائر الوقواق ناجحة فأحيانا يميز الطائر الضحية بيضة الوقواق فيرفضها ويرمي بها خارج العش ، كما أن بعض الطيور والعصافير التي اعتاد الوقواق على التطفل على اعشاشها تقوم بحراسة عشها جيدا وتقاتل أي طائر وقواق قريب منه حتى تطرده من المكان_م.

على غرار تأمل "العلم الأحمر" الخاصّ بي في الفصل السابق) في الوظيفة البيولوجية لقدرة المعاناة. لو لم تكن الحيوانات معانية، فإن أحداً ما لا يعمل بجهدٍ كافٍ في مسألة بقاء الجين.

إن العلماء بشر، وهم لهم الحق كأي أحد آخر في سبّ الوحشية والاشمئزاز من المعاناة. لكن العلماء الجيّدين كدارْوِن وغيره يدركون أن الحقائق بصدد العالم الحقيقيّ_رغم أنها بغيضة_ينبغي مواجهتها. علاوة على ذلك، إن كنا سنعترف بالاعتبارات الذاتية، إلا أن هناك روعة في المنطق الكئيب الذي يعمّ كلَّ الحياة، بما في ذلك الدبابير المستهدِفة للعُقَد العصبية على طول جسم ضحيتها، وفروخ الوقواق الطاردة لأبناء الطائر الأصليين، والنمل المستعبِد لغيره، وأحادية التفكير_أو بالأحرى انعدام التفكير_واللامبالاة بالمعاناة التي تُظهِرها كل الطفيليات والمفترِسين. لقد قام دارْوِن بكل جهده للمواساة عندما ختم فصله عن الصراع على البقاء بهذه الكلمات:

"كل ما يمكننا فعله، هو أن نتذكّر دائماً أن كل كائن متعضٍّ يكافح ليزداد بمعدل متضاعف، وأن كلاً منهم في فترة ما من حياته، أو خلال موسم ما من السنة، أو خلال كل جيل، أو في الفترات المتخللة عليه أن يكافح لأجل حياته، وأن يعاني إبادةً رهيبة. عندما نتفكر في هذا الكفاح، ربما نواسي أنفسنا بالاعتقاد الكامل بأن صراع الطبيعة غير مستمر، وأن لا خوف يُشعَر به[1]، وأن الموت عامةً عاجل، وأن النشيط الصحيح السعيد يبقى حياً ويتكاثر."

إن تجاهل المفكِّرين إحدى أسخف نقاط ضعف الإنسانية، وهي تشكّل أساسَ جزء كبير من المعارضة لحقيقة التطور التي قد أشرت لها في مقدمة الكتاب. "عَلِّم الأطفالَ أنهم حيوانات، وسيتصرّفون كالحيوانات". حتى لو افترضنا جدلاً أنه من الصحيح أن التطور أو تعليم التطور يشجِّع اللاأخلاقية، فلن يتضمَّن هذا ضمنياً أن نظرية التطور خاطئة. إنه لمدهش تماماً كمّ الناس الكثيرين الذين لا يستطيعون إدراك هذه النقطة المنطقية البسيطة. إن هذه المغالَطة شائعة للغاية، حتى أن لها اسماً: جدلية النتائج. س صحيح (أو خاطئ) بسبب مدى حبي (أو كرهي) لنتائجه.

أسمى الأشياء التي نقدِر على تصورها

هل "إنتاج الكائنات العليا" حقاً هو "أسمى الأشياء التي نقدِر على تصورها"؟ أسمى؟ هل لا يوجد أشياء أكثر سموّاً؟ كالفنّ أو الروحانية أو روميو وجولييت أو نظرية النسبية العامة أو السيمفونية الكورالية أو كنيسة Sistine أوالحب[2]؟

عليك أن تتذكر أن دارْوِن_بكل تواضعه الشخصي_كان ذا مطامح عالية. فحسب رؤيته للعالَم، فإن كل شيء يتعلق بالعقل البشري، وكل مشاعرنا ومزاعمنا الروحية الدينية، وكل الفنون والرياضيات، والفلسفة والموسيقى، كل منجَزات الذكاء والروحانية، هن أنفسهن منتجات لنفس العملية التي أنتجت الحيوانات العليا. إنه ليس فقط أن بدون العقول المتطورة لكانت الروحانية والموسيقى مستحيلان.

---

[1] أتمنى لو أمكنني الاعتقاد بذلك.

[2] هنا دوكنز استعمل أمثلة مما في وسطه الثقافي ومجتمعه، ويمكن إضافة أمثلة من الفن الفرعوني والبابلي والآشوري والبيزنطي والقبطي والفارسي والعربي والهندي والمغولي الإسلامي والصيني والموسيقى بكل مشاربها وملاحم الهندية والنرويجية والإسكندنافية_م.

بل على نحو أكثر تحديداً، لقد انتُخِبَت العقولُ طبيعياً للزيادة في القدرة والقوة لأسباب نفعية، حتى بزغت تلك القدرات الأعلى للفكر والنفس كمُنتَج ثانويّ، وازدهرت في البيئة الثقافية التي تقدِّمها حياةُ ولغة المجموعة. لا تُقلِّل الرؤيةُ التطورية للعالَم من المقدرات البشرية العليا، هي لا تقلل من شأنها إلى حد الإهانة. وهي لا تدّعي حتى تفسيرها بالمستوى الذي يبدو مُرضِياً بوضوح، بنفس الطريقة التي يكون فيها التفسير التطوري لمحاكاة يسروع لأفعى_مثلاً_مُرْضٍ. رغم هذا، فإنها تقول [*النظرية*] بأنها قد أزالت ما استغلَق على الأفهام، الذي بدا للقدماء غير مستحِق لمحاولة اختراقه وإدراكه، الغموض الذي لابد أنه قد تعقَّبَ كلَّ الجهود ما قبل دارْوِن لفهم الحياة.

لكن دارْوِن لا يحتاج لأي دفاع مني، وسأتجاوز السؤالَ عما إذا يكون إنتاج الحيوانات العليا هو أسمى الأشياء التي يمكننا تصورها، أو أنها مجرد أشياء سامِيَة جداً. لكن رغم ذلك، ماذا عن عزوّ السبب؟ هل "يُنتُج مباشرةً" إنتاجُ الحيوانات العليا من صراع الطبيعة، من المجاعة والموت؟ حسنٌ، الإجابة أجل. إنها تنتُج مباشرةً إن كنتَ تفهم تفكيرَ دارْوِن، لكن لا أحد فهمه حتى القرن التاسع عشر. ولا يزال كثيرون لا يفهمونه، أو ربما كارهين للقيام بهذا. ليس عسيراً معرفة السبب. عندما تفكر في هذا، عن وجودنا، سوياً مع تفسيره ما قبل دارْوِن، ستجد الحقيقة الأكثر إدهاشاً أن كلنا مُطالَب بالتأمّل في كل حياتنا، دوماً. سأتحدّث عن هذا باختصار.

"منفوخاً في الأصل"

لقد فقدتُ القدرةَ على حصر الرسائل الغاضبة التي قد تلقّيتها من قُرّاء لكتبي السابقة، متهمين إياي_كما يعتقد الكاتبون_بأني من قام بالحذف قصداً للعبارة الهامة *"من قِبَل الخالق"* بعد كلمة *"منفوخة"*؟ ألست محرِّفاً لقصد دارْوِن بإفراط؟ لقد نسِيَ أولئك الراسلون المتحمّسون أن كتابَ دارْوِن العظيمَ طُبع ستَّ إصدارات. في الإصدار الأول، الجملة كما كتبتُها هنا. من المحتمَل أن دارْوِن خاضعاً للضغط من اللوبي [*جماعة الضغط*] الدينية، أدخل كلمة *"من قِبَل الخالق"* في الطبعة الثانية وكل الطبعات اللاحقة. ما لم يكن هناك سبب وجيه للتناقض، فإنني عند اقتباسي من كتاب (عن أصل الأنواع) أقتبس دوماً من الإصدار الأول. هذا جزئياً لأن نسختي من هذه المطبوعة التاريخية التي لم تُطبَع إصدارتها الأولى سوى ١٢٥٠ مرة هي إحدى أثمن ممتلكاتي، أهداها لي داعمي وصديقي Charles Simonyi. لكن أيضاً لأن الإصدار الأول هو الأكثر أهميةً تاريخية. إنه ما ضرب منظومة الفكر الڤيكتوريّ في فم معدتها وأزال هراء القرون الماضية. علاوة على ذلك، فالطبعات اللاحقة_خاصةً السادسة_انقادت إلى ما هو أكثر من الرأي العام. ففي محاولة منه للاستجابة للناقدين العديدين للإصدار الأول المتعلِّمين لكن المُضلَّلين، غيَّرَ دارْوِن مواقفه وحتى عكَسها في عدد من النقاط الهامة التي كان قد أصاب الصواب فيها في الأول. لذلك، فإن *"منفوخة في الأصل"* هي هكذا، دون إشارة إلى أيِّ خالق.

يبدو أن دارْوِن قد ندم على هذا الاسترضاء للرأي الديني. ففي رسالة في عام ١٨٦٣ إلى صديقه عالِم النبات Joseph Hooker، قال: *"لكني قد ندمت لوقت طويل لأني خضعت للرأي العام، واستعملت مصطلح الخلق التوراتي، والذي عَنَيْتُ به في الواقع "ظَهَر" بعملية مجهولة تماماً."* "المصطلح التوراتي" الذي يشير له دارْوِن هنا هو كلمة "الخلق". إن سياق هذه الرسالة_كما شرح فرانسِس دارْوِن Francis Darwin في إصداره عام ١٨٨٧ لرسائل أبيه، كان أن دارْوِن كان يشكر Hooker على إقراضه مراجعة لكتابٍ كتبها شخص

يُدعى Carpenter، والتي قد تحدث فيها المُراجِع المجهول عن "قوة خالقة"، والتي أمكن لدارْوِن التعبير عنها بالمصطلحات التوراتية فقط باعتبارها الشكل الأساسي: "والتي نُفِخَت فيها الحياةُ أصلاً"، ينبغي أن نستغني حتى عن جملة "نُفِخَت فيها الحياةُ أصلاً". فما ذلك الذي يُفترَض أنه قد نُفِخَ في ماذا؟ يُحتمَل أن الإشارة المقصودة كانت إلى نوع من "نَفَس الحياة"[1].

لكن ماذا قد يعنيه هذا؟ كلما اجتهدنا في النظر إلى الحد الفاصل بين الحياة واللاحياة، كلما صار التمييز بينهما أكثر مراوغة. لقد كان يُفترَض أن الحياة، الكائن النشِط له خاصية حيوية نابضة، نوع من الماهية الحيوية، وهي تصبح أكثر غموضاً في المصطلح الفرنسيّ *élan vital*. لقد بدت الحياة في الماضي مصنوعة من جوهر حي خاص، خليط مختمر سحري أسموه "بروتوبلازم". حتى أواسط القرن الثاني عشر، اعتُقِدَ أن الحياة فوق الفيزياء والكيمياء نوعياً. لقد انتهى عصر هذا الفكر. إن الفرق بين الحياة واللاحياة ليس مسألة جوهر [*ماهيّة*] بل مسألة بيانات. تحتوي الأشياء الحية على كميات استثنائية من البيانات. معظم البيانات مرمَّزة رقمياً في الـDNA، وهناك كم جوهري أيضاً مرمز بوسائل أخرى، كما سنرى عما قريب.

في حالة الـDNA، فإننا نفهم جيداً تماماً كيفية تراكم المحتوى المعلوماتي عبر الزمن الجيولوجي. دعاه دارْوِن الانتخاب الطبيعي، ويمكننا التعبير عنه بدقة أكثر: البقاء غير العشوائي للمعلومات التي تُرمِّز الوصفات الإجرائية الجنينية لذلك البقاء. وعلى نحو واضح مُبرهِن على ذاته فإنه لمتوقَّع أن الوصفات الإجرائية لأجل بقاء نفسها ستميل إلى البقاء. إن ما هو مميز بصدد الـDNA أنه يبقى ليس في ذاته المادية بل في شكل سلاسل غير محدودة من النُسَخ. وبسبب أن هناك أغلاط عَرَضية في النَسْخ، فقد تبقى التباينات الجديدة أفضل من أسلافها، لذلك فإن قاعدة البيانات المرمِّزة للوصفات الإجرائية للبقاء ستتحسَّن مع مضيّ الزمن. مثل هذه التحسنات ستتجلّى في شكل أجساد أفضل وابتكارات وحِيَل أخرى لأجل الحفاظ على البيانات المرمَّزة وتكاثرها. على أرض الواقع، فإن الحفاظ على بيانات الـDNA وتكاثرها سيعني على نحو طبيعي بقاء وتكاثر الأجساد المحتوِية لها. لقد كان مستوى الأجساد وبقائها وتكاثرها هو ما بحثَ فيه دارْوِن نفسُه. لقد كانت البيانات المرمَّزة داخلها متضمَّنة في رؤيته للعالَم، لكن لم تُجْعَل واضحةً حتى القرن العشرين.

إن قاعدة البيانات الجينية ستصبح مستودَعاً للبيانات عن البيئات في الماضي، البيئات التي نجا فيها الأسلاف ومرَّروا [*ورَّثوا*] الجيناتِ التي ساعدتهم على عمل ذلك. وإلى حد ما تتشابه البيئات الحالية والمستقبلية لتلك الخاصة بالماضي (وغالباً ما تفعل)، فسيتضح أن "كتاب الموتى الجينيّ" هذا أنه كتيب دليل مفيد لأجل البقاء في الحاضر والمستقبل. إن مخزن تلك البيانات سيكون في أي لحظة مقيماً في أجساد الأفراد، لكن على زمن أبعد، حيث التكاثر جنسيّ والـDNA يُخلَط من جسد إلى آخر، فإن قاعدة بيانات تعليمات البقاء ستكون الحوض الجينيّ لنوعٍ.

إن جينوم كل فرد، في أي جيلٍ واحد، سيكون عيّنة من قاعدة بيانات النوع. الأنواع المختلفة سيكون لها قواعد بيانات مختلفة بسبب اختلاف عوالم أسلافها. إن قاعدة البيانات في الحوض الجينيّ للجمل ستُرمِّز للمعلومات عن الصحارى وكيفية البقاء حياً فيها. إن الـDNA في الحوض الجينيّ للخُلْد سيحتوي تعليماتٍ وتلميحات للبقاء حياً في الظلام والتربة الرطبة. إن الـDNA في الحوض الجيني

[1] طابَقت التقاليد والأساطير الدينية منذ زمن طويل الحياة مع الروح. إن كلمة spirit الإنجليزية جاءت من أصل لاتينيّ يعني التنفس. في سفر التكوين أن الله خلق أولاً آدم ثم أحياه بالنفخ في منخريه. إن الكلمة العبرية التي تعني soul هي رواح أو رواخ (تلاقيها في الأصل روح في العربية)، والتي تعني أيضاً "تنفس" "رياح" "شهيق".

للمفترِس سيحتوي بتزايدٍ معلومات عن الحيوانات المفترَسة، وحيلها المراوِغة وكيفية التفوق عليها حيلةً. إن الـDNA في كل الأحـواض الجينية يحتوي معلومات عن الطفيليات وكيفية مقاومة غزواتها الضارّة.

إن المعلومات عن كيفية التعامل مع الحاضر لأجل البقاء في المستقبل هـي مكتسَبة مـن الماضـي. إن البقـاء غـير العشـوائيّ للــDNA في أجساد الأسلاف هو الطريقة الواضحة التي تُسجَّل بها المعلومات من الماضي للاستعمال المستقبليّ، وهذا هو السـبيل الـذي تتراكـم بـه قاعدة بيانات الـDNA الأولية. لكن هناك ثلاثة طرق أخـرى تؤرشَـف بهـا المعلومـاتُ عـن الماضـي بطريقـة بحيـث يمكـن أن تُسـتعمَل لتحسين الفرص المستقبلية للبقاء. وهي النظام المناعي، والنظام العصبي، والثقافة. فإلى جانب الأجنحة والرئات وكل الأجهزة الأخـرى لأجل البقاء، فإن كلاً من هذه الأنظمة الجامعة للمعلومات الثلاثة الثانوية قد سبقها في الوجود أصـلاً النظـام الأساسـيّ، أي الانتخـاب الطبيعيّ للـDNA. يمكننا أن ندعوها سوياً "الذاكرات" الأربع.

إن الذاكرة الأولى هي مخزن الـDNA لتقنيات بقاء الأسلاف، مكتوبة على المخطوطة المتحركة أي الحوض الجينيّ للنوع. فبالضبط كما تسجِّل قاعدةُ بيانات الـDNA الموروثة التفاصيلَ متكرِّرة الحدوث لبيئات الأسلاف وكيفية النجاة فيها، فكذلك يفعل النظـام المنـاعيّ_ "الذاكرة الثانية" نفس الشيء للأمراض والأذيات الأخرى المتعرِّضة للجسد خلال عمر الفـرد الشخصـيّ. هـذه القاعـدة لبيانـات أمـراض الماضي وكيفية النجاة منها فريد بالنسبة لكل فرد ومكتوبة في ذخيرة البروتينات الـتي نـدعوها الأجسـام المضـادة، "مجموعـة سـكانية" واحدة من الأجسام المضادة لكل مُمْرِض [*كـائن مسـبِّب للمـرض*]، مصنوعة وفـق الحاجـة بدقـة بالــ"خـبرة" السـابقة مـع البروتينـات الجرثومية التي تشخِّص المُمرِض. كالكثير من الأطفال في جيلي، أصابتني الحصبة والجدري المـائيّ. إن جسـدي "يتـذكّر" الــ"خـبرة"، تتجسّد الذكرياتُ في بروتينات الأجسام المضادة، إلى جانب باقي قاعدة بياناتي الشخصية للغزاة المتغلَّب علـيهم سـابقاً[1]. لم أُصَـبْ قـط لحسن الحظ بشلل الأطفال، لكن علم الطب قد اخترع بحذق تقنية التلقيح لغرس ذكريات زائفة لأمراض لم أُصَب بها قطّ. أنا لن ألتقط جرثومة شلل الأطفال، لأن جسدي "يعتقد" أنه قد حدث له ذلك في الماضي، وقاعدة بيانات جهازي المناعيّ مجهَّزة بالأجسام المضـادة الملائمة، وقد "خُدِعَت" لصنعها بحَقْن نسخة غير ضارة موهَنة من الڤيرَس. على نحو ساحر_كما قد برهَنَت أعمال علماء الطب حـائزي جائزة نوبل العديدين_فإن قاعدة بيانات الجهاز المناعي هي نفسها تُبنَى تراكمياً بعملية شبه تطورية للتباين العشوائيّ والانتخاب غـير العشوائيّ. لكن في هذه الحالة فإن الانتخاب غير العشوائيّ ليس انتخابَ الأجساد لأجل مقدرتها علـى البقـاء، بـل البروتينـاتِ داخـل الجسد لأجل قدرتها على حجب وإلا فتحييد البروتينات الغازية.

الذاكرة الثالثة هي التي نفكر بها عادةً عندما نستخدم جملة: الذاكرة التي توجد في النظام العصبيّ. بآليات لم نفهمها بعـد علـى نحـو تامّ، إن عقولنا تحتفظ بمستودَع للخبرات السابقة لتتوازى مع "ذاكرة" الأجسام المضادة للأمراض الماضـية و"ذاكـرة" الــDNA لأمـراض ونجاحات الأسلاف. في أبسط صورها، تعمل الذاكرة الثالثة بعملية التجربة والخطأ (المحاولات المتكرّرة)، التي يمكن أن تُـرى كتشـابه آخر أيضاً مع الانتخاب الطبيعيّ. فعند البحث عن الطعام، فقد يحاول الحيوان عمل عدة أفعال. ورغم كونها ليسـت عشـوائية بشـكل صارم، فإن مرحلة المحاولة هذه هي تشابه جزئيّ معقول مع الطفرة الوراثية. إن التشابه مع الانتخاب الطبيعي هو (التعزيز)، أيْ نظام المكافَآت (التعزيز الإيجابيّ) والعقوبات (التعزيز السلبيّ). إن فعلاً مثل قلـب أوراق الشـجر الميتـة (تجربـة) يتضح أنهـا تمـنح يرقـاتِ

[1] يبدو أنه هنا يتكلم عن كلٍ من المناعة الموروثة والمكتسبة، ويؤكِّد ذلك الفقرةُ التالية_م.

الخنافس وحشرات قمل الخشب [حمار قبّان] مختبئة تحت الأوراق (مكافأة). إن النظام العصبيّ له قاعدة تقول: "أي فعل تجريبيّ تتبعه مكافأةٌ يجب أن يُكَرَّر. أي فعل تجريبيّ يتبعه لا شيء أو_الأسوأ_عقاب (نتيجة سيئة)_كمثالٍ الألم_يجب ألا يُكَرَّر.

لكن ذاكرة العقل تمضي إلى ما هو أبعد من هذه العملية شبه التطورية للبقاء غير العشوائي للأفعال المُكافَأة، وإزالة الأفعال المُعاقَبة، في ذخيرة حيل الحيوان. إن ذاكرة المخ_ولا حاجة للأقواس المعقوفة هنا، لأن هذا هو المعنى الأصليّ للكلمة_هي_على الأقل في العقول البشرية_واسعة ونشيطة على حدٍ سواء. فهي تحتوي على مشاهد تفصيلية، ممثَّلة في شبه صورة داخلية لكل الحواس الخمس. فهي تحتوي قوائم للوجوه والأماكن والأصوات والعادات الاجتماعية والقواعد والكلمات. إنك تعلم هذا جيّداً داخلياً، لذا فلا حاجة لي لإهدار كلامي في تصوير هذا، عدا ملاحظة الحقيقة الجديرة بالذكر أن معجم الكلمات المتوفر لي للكتابة، والمعجم المطابق أو المتشابه بشدة على الأقل المتوفِّر لك للقراءة، كلاهما يقبعان في نفس قاعدة البيانات العصبونية، إلى جانب الأدوات التركيبية النحوية لتنظيمها في جمل وفهمها.

علاوة على هذا، فإن الذاكرة الثالثة_التي في الدماغ_قد أنتجت رابعةً. فقاعدة البيانات في عقلي تحتوي على أكثر من مجرد تسجيل لأحداث وأحاسيس حياتي الشخصية، رغم أن هذا كان الحد الأقصى عندما تطورت العقول أصلاً. يحتوي عقلك على ذكريات جمعية موروثة لا جينياً من الأجيال الماضية، مورَّثة بالكلام الشفويّ أو في الكتب أو_في العصر الحالي_على الإنترنت. إن العالَم الذي تعيش أنت وأنا فيه أكثر ثراءً فكرياً بكثير بسبب الذين مَضَوْا قبلنا وتركوا تأثيراتهم على قاعدة بيانات الثقافة البشرية، أشخاص مثل نيوتن وماركوني وشيكسبير وSteinbeck وباخ والبيتلز وStephenson والأخوين رَيتْ Wright وJenner وSalk وCurie وأينِستَين Einstein وvon Neumann وBerners-Lee و_بالتأكيد_دارْوِن[1].

كل الذاكرات الأربع هي جزء من_أو تجليات لـ_البنية الأكبر الضخمة للمعِدات لأجل البقاء، والتي قد أُنشِئت أصلاً وأساساً بالعملية التطورية للبقاء غير العشوائيّ للحمض النوويّ DNA.

في أشكالٍ قليلة أو شكلٍ واحِد

كان دارْوِن على حق بالنسبة لزمنه في أنه وقى نفسَه من احتمال الخطأ، لكننا اليومَ متأكِّدون تماماً أن كل الكائنات الحية على هذا الكوكب متحدِّرة من سلفٍ واحد. إن الدليل_كما رأينا في الفصل العاشر_هو أن الترميز الجينيّ عالَميّ، متطابق تقريباً خلال الحيوانات والنباتات والفطريات والبكتيريا والعتائق archaea والڤيروسات. إن القاموس ذا الـ٦٤ كلمة_والذي فيه تُترجَم كلمات الـ DNA ثلاثية الحروف إلى عشرين حمضاً أمينياً وعلامة ترقيم واحدة، والتي تعني "ابدأ القراءةَ هنا" أو "أَنْهِ القراءة هنا"_هو نفس القاموس ذي الـ٦٤ كلمة أينما تنظر إلى ممالك الكائنات الحية (مع استثناء أو اثنين ثانويين للغاية عن أن يقوِّضا القانون العامّ). لو اكتُشِفَت مثلاً ميكروبات غريبة شاذّة تَدعى "الشاردة" harumscaryotes، والتي لم تستعمل DNA على الإطلاق، أو لا تستعمل

[1] بالتأكيد قد يذكر أي مترجم شخصيات عربية أو فارسية أو هندية أو صينية أو غيرها أخرى، كأبي العلاء المعري والمتنبي وأبي تمام ونزار قباني وعمر الخيّام وإليليا أبو ماضي ويوسف زيدان ونجيب محفوظ ويوسف إدريس وعلاء الأسواني وأحمد زويل وسير مجدي يعقوب ومحمد عبد الوهاب وفيروز ونجاة الصغيرة وشادية وكاظم وديع الصافي وصلاح الدين وجلال الدين أكبر وأسوكا وغاندي...إلخ_م.

بروتينات، أو تستعمل بروتينات لكنْ تُسَلْسِلُها مع بعضـها مـن مجموعـة مختلفـة مـن الأحمـاض الأمينيـة عـن العشـرين المعروفـة، أو استعملت الـDNA لكن ليس ترميزاً ثلاثياً، أو ترميزاً ثلاثياً لكن ليس نفس القاموس ذي الـ٦٤ كلمة. لو وُجِدَت أيٌّ من هذه الحـالات، فربما سنقترح حينئذٍ أن الحياة قد نشأت مرتين: مرة للميكروب الشاذّ ومرة لباقي أشكال الحياة. فلو عُثِرَ على كائنـات حيـة متواجـد لها الخاصيّات التي عزوتُها إلى الميكروب الشاذ الافتراضيّ، في تلك الحالة كانت ستكون جملتُه *"إلى أشكالٍ قليلة"* مبرَّرة.

هل من الممكن أن يعثُر أصلان مستقلان للحياة كلاهما على نفس الترميز ذي الـ٦٤ كلمة؟ غير مرجَّح جداً. لأنه لكي يكون ذلك معقولاً، فسيلزم للترميز المتواجِد أن يكون له أفضليات قوية على الترميزات البديلة، وسينبغي أن يكون هناك مرتفَع تـدريجيّ مـن التحسّـنات باتجاهها، مرتفَع للانتخاب الطبيعي ليصعَد. كل هذه الاحتمالات غير محتمَلة. لقـد اقـترح فرانسِـس كريـك Francis Crick مبكّـراً أن الشفرة الجينية هي "حَدَثٌ ثابت"، والذي_عندما طُبِّق_كان من الصعب أو المستحيل تغييره. إن هذا التفكير والاستنتاج مثير للاهتمام. فأي طفرة في أسلوب الترميز الجينيّ نفسِه (كمقابل للطفرات في الجينات التي يُشفِّرها) كانت سيكون لها تأثير كارثيّ فوريّ، ليس فقط في مكان واحد بل خلال كل الكائن الحي. فلو تغيّر معنى أي كلمة في القاموس ذي الـ٦٤ كلمـة، بحيـث أصـبح يُعَـيِّن حمضـاً أمينيـاً مختلفاً، فسيتغيّر كل بروتين تقريباً في الجسد فورياً، على الأرجح في أماكن كـثيرة بكـل الجسـد. وعلـى العكـس مـن طفـرة عاديـة [في الجينات نفسها]، والتي قد تُطيل_مثلاً_رِجلاً قليلاً أو تُقصِّر جناحاً أو تقلِّل من بصر عين، فإن تغيراً للترميز الجينيّ سيُغيِّر كلَّ شيء مرةً واحدة، خلال كل الجسد، وهذا سيعني كارثة. لقد توصّل العديد من البـاحثين النظـريين إلى اقتراحـات مبدِعـة لطـرق خاصـة قـد يتطور بها الترميز الجينيّ. طرق يمكن بهـا_اقتباساً من إحدى أوراقهم العلمية_إزالة التحفظ عـن الحـدث الثابـت [*أو الجامـد*]. ورغـم كونها أبحاث مثيرة للاهتمام، فأعتقد أنه يقين أن كل كائن حي نُظِر إلى شفرته الجينية متحدِّر من سلف مشترَك واحد. فـبغض النظـر عن مدى اجتهاد واختلاف البرامج عالية المستوى التي تشكِّل أساسَ أشكال الحياة العديدة، فإنهـا كلـها_في الأسـاس_مكتوبـة بـنفس اللغة الآلية.

بالتأكيد، لا يمكننا استبعاد احتماليـة أن لغـات آليـة أخـرى قـد تكـون قـد نشـأَتْ في كائنـات أخـرى انقرضَـت، مرادفـة لميكروبـاتي الافتراضية. وقد قدّم الفيزيائيّ Paul Davies جدلاً معقولاً أننا لم ننظر في الحقيقة باجتهاد شديد لنرى ما إذا يوجـد أيّ كائنـات شـاذة انقرضت لكنْ لا تزال كامنة في معقل متطرف ما من كوكبنا. لقد اعترف أن هذا ليس مرجّحاً جداً، لكنه جـادَل_نوعـاً مـا علـى طريقـة الرجل الذي يبحث عن مفاتيحه تحت مصباح الشارع بدلاً من من المكان حيث أضاعها_أنه أسهل بكثير وأرخص أن نبحثَ على نحو كامل على كوكبنا بدلاً من السفر إلى كواكب أخرى والبحث هناك. في غضون ذلك، لا أتحفّظ أن أسجِّل توقعي الخـاص أن البروفيسـور Davies ما كان ليجد أي شيء، وأن كل أشكال الحياة الناجية على هذا الكوكب تستعمل نفسَ الترميز الآلي وكلها تحدّرَت من سـلف واحد.

بينما كان هذا الكوكب يدور وفقاً لقانون الجاذبية الثابت

لقد كان البشر واعين بالدورات التي تحكم حيواتِنا منذ زمن طويل قبل أن نفهمها. إن أكثر الدورات وضوحاً هي دورة النهار والليل.

ولأننا نعيش على جسم كبير نسبياً، فإننا نتصور الجاذبية بشكل أساسيّ كقوة تشد كل شيء إلى اتجاه مركز ذلك الجسم، والذي نعرفه باعتباره "الأسفل". لكن الجاذبية_كما كان نيوتن أول من فهم_لها تأثير كليّ التواجد، والذي يُبقي الأجسامَ خلال الكون في مدارات شبه ثابتة حول أجسام أخرى. نحن نعرف هذا كالدورة السنوية للفصول، حيث يدور كوكبنا حول الشمس[١]. ولأن المحور الذي يدور عليه كوكبنا منحرف بالنسبة إلى محور الدوران حول الشمس، فإننا نمر بنهارات أطول وليالٍ أقصر خلال منتصف السنة عندما يميل نصف الكرة الأرضية الذي يصادف أننا نعيش عليه باتجاه الشمس، وهي الفترة التي تصل إلى ذروتها في الصيف. ونمر بنهارات أقصر وليالٍ أطول خلال النصف الثاني من السنة، وهي الفترة التي ندعوها_في حدها الأقصى_بالشتاء. خلال شتاء نصف الكرة الأرضية الخاصة بنا، فإن أشعة الشمس_عندما تصل إلينا على الإطلاق_فإنها تفعل ذلك بزاوية أقل عمقاً. تنشر الزاويةُ المنحرفة أشعةَ شمسٍ شتوية أضعف على مساحة أوسع من التي تغطّيها نفسُ الأشعة في الصيف. على الطرف المتلقّي للفوتونات الأقل لكل بوصة مربَّعة، فإنه يعطي إحساساً بالبرد. فوتونات أقل لكل ورقة خضراء يعني تمثيلاً ضوئياً أقل. النهارات الأقصر والليالي الأطول لها نفس التأثير. الشتاء والصيف، النهار والليل، حياتنا محكومة بدورات، تماماً كما قال دارْوِن، والكتابات الدينية كسفر التكوين[٢] قبله"وما دامت الأرض باقية، فالزرع والحصاد، والبرد والحر، والصيف والشتاء، والليل والنهار، لا تَبطُل أبداً." التكوين ٨: ٢٢

تسبِّب الجاذبية دورات أخرى مهة أيضاً للحياة، رغم أنها أقل وضوحاً. فبخلاف الكواكب الأخرى التي لها توابع عديدة، كثيراً ما تكون صغيرة نسبياً، فإن الأرض يصادف أن لها تابعاً واحداً كبيراً، والذي نسمّيه القمر. إنه كبير بدرجة كافية ليمارس تاثيراً جذبياً هامّاً من خلال موضعه. إننا نعرف هذا بالدرجة الأولى كدورة المدّ والجزر، ليس فقط الدورة السريعة نسبياً حينما يأتي المد والجزر يومياً، بل والدورة الأبطأ شهرياً للمد الفيضيَ والمد المُحاقيّ، والذي تسبّبه التفاعلات بين تأثير جاذبية الشمس وتلك الخاصة بالقمر الدائر شهرياً. هذه الدورات المدية الجزرية هامة على نحو خاص للكائنات المتعضّية البحرية والساحلية، ولقد تساءل الناس على نحو غير معقول حقاً عمّا إذا كان نوعٌ من ذاكرة النوع لأسلافنا البحريين قد بقيَ في دوراتنا التكاثرية الشهرية. لعل هذا بعيد الاحتمال، لكنها مسألة للتفكر المثير إلى أي مدى كانت ستكون الحياة مختلفة لو لم يكن لدينا قمر دائر. لقد اقتُرِح_مجدداً على نحو غير معقول من وجهة نظري_أن الحياة بلا قمر كانت ستكون مستحيلة.

ماذا لو لم يَدُر كوكبنا حول نفسه على مداره؟ لو أبقى وجهاً واحداً دائماً باتجاه الشمس، كما يفعل القمر اتجاه كوكبنا؟ لكان النصف ذو النهار الدائم جحيماً مُحمِّصاً، بينما كان النصف ذو الليل الدائم كان سيكون بارداً على نحو لا يُحتمَل. هل كان يمكن للحياة أن تنجو في المناطق الساحلية الواقعة ما بين النصفين، أو ربما توجد مدفونة عميقاً تحت الأرض؟ أشك أنه كان يمكن أن تنشأ الحياة في ظروف معادية كتلك، لكن لو أبطأَتْ الأرضُ دورانَها تدريجياً حتى التوقف لكان هناك وفرة من الوقت للتكيف، وإنه ليس غير معقول أن بعض البكتيريا على الأقل كانت ستنجح.

---

[1] إنه لأمر مروع، لدرجة أني عدت للإحصائية الموثَّقة في المُلحَق، كمن يهرش حكةً أو يضغط على موضع وجع ضرس، والتي تقترح أن ١٩% من الشعب البريطانيّ لا يعرف ما هي السنة، ويعتقد أن الأرض تدور حول الشمس مرة كل شهر. وحتى من الذين يفهمون ما هي السنة، فإن نسبة أكبر ليس لديها فهم لما يُسبِّب الفصول، مفترِضين_كالأقوام البدائية في الإسكيمو وسيبيريا المُغالين في الشوينية_أننا نكون أقرب إلى الشمس في يونيو وأبعد في ديسمبر!

[2] وهكذا في سائر النصوص الدينية تأملات حول الليل والنهار ودورات الفصول كالنصوص السومرية والبابلية كقصة جلجامش وقصة تموز والفرعونية كتراتيل آمون رع وتسابيح آتون، وآيات القرآن_م

ماذا لو دارت الأرض حول نفسها، لكن على محور غير مائل؟ أشك أن ذلك كان سيجعل الحياةَ احتمالاً غير وارد. لم يكن سيكون هناك دورة صيف وشتاء. ستكون حالتا الصيف والشتاء مسألة خطوط طول وعرض لا وقت. سيكون الشتاء موسماً دائماً تعيشه الكائنات التي تعيش قرب أحد القطبين، أو فوق الجبال. لا أرى سبباً يجعل ذلك يستبعد احتمالَ نشوء الحياة، لكن الحياة بلا مواسم كانت ستكون أقل تشويقاً. لم يكن سيكون هناك حافز للهجرة، أو التزاوج في أي وقت معيّن من السنة بدلاً من أيّ وقت آخر، أو طرح أوراق الأشجار أو تبديل الريش أو الجلد أو الفرو أو البيات الشتويّ.

لو لم يكن الكوكب في مدار حول نجم على الإطلاق، لكانت الحياة مستحيلة النشوء تماماً. إن البديل الوحيد للدوران حول نجم هو الاندفاع خلال الفراغ المظلم، قريباً من درجة الصفر المطلق حرارةً، وحيداً وبعيداً عن مصدر الطاقة الذي يُمكِّن الحياةَ من الاندفاع عكس التيار_مؤقّتاً وموضعياً_ضد السيل الثرموديناميكيّ [الديناميكيّ الحراريّ]. إن عبارة دارْوِن *"يدور وفقاً لقانون الجاذبية الثابت"* هي أكثر من مجرد حيلة شِعرية للتعبير عن الأمد المديد للزمن المستمر الذي لا يمكن تصوره.

إن كون الكوكب في مدار حول نجم هو السبيل الوحيد لجسم لكي يقدر على أن يبقى على مسافة ثابتة نسبياً من مصدر الطاقة. ففي جوار أي نجم_ونجمنا نمطيّ_هناك نطاق محدود مغطّى بالحرارة والضوء، حيث يكون تطور الحياة ممكناً. كلما ابتَعدتَ عن نجم في الفضاء، فإن هذا النطاق القابل للسكنى يتضاءل تدريجياً، متبعاً قانون المربّع العكسيّ الشهير. أي أن الضوء والحرارة ينقص ليس في تناسب مباشر مع المسافة من الشمس، بل في تناسب مع مربّع المسافة. من السهل رؤية لماذا ينبغي أن يكون هذا هكذا. تخيّل أجساماً كروية متحدّة المركز ذوات أنصاف أقطار متزايدة مركزها نجم. الطاقة المشعة نحو الخارج من النجم تسقط على داخل كرة وتُوزَّع بالتساوي لكل بوصة مربّعة من المنطقة الداخلية للكرة. إن المنطقة السطحية [المُعرَّضة] لكوكب متناسبة مع مربّع القطر[1]. بالتالي لو كان الكوكب (أ) أبعد مرتين من النجم عمّا للكوكب (ب)، فإن نفس عدد الفوتونات الموزَّعة سيكون موزَّعاً على منطقة أكبر بأربع مرات. هذا سبب كون الزهرة والمريخ أقرب الكواكب في نظامنا الشمسي ساخنين محرقين، بينما الأبعد جهةَ الخارج منهم_كأورانوس ونبتون_ باردان ومظلمان، وإن يظلا ليس ببرود وظلمة الفضاء العميق.

إن القانون الثاني للثرموديناميكيات ينص على أنه_رغم أن الطاقة لا يمكن خلقها ولا إفناؤها_فإنها يجب في نظام مغلق أن تصير أكثر عجزاً عن القيام بعمل مفيد، هذا هو ما يعنيه القول أن معدَّل الإنتروبي يزداد [أي عدم إمكانية التحوّل من حرارة إلى حركة ميكانيكية]. (عمل مفيد) يتضمّن أموراً مثل ضخّ ماء إلى الأعلى، أو المعادِل الكيميائيّ الحيويّ باستخلاص الكربون من ثنائيّ أُكسيد الكربون في الهواء واستعماله في أنسجة النبات. وكما قد شُرِح من قبل في الفصل الثاني عشر، فإن هذين العملين يمكن تحقيقهما فقط لو أُمِدَّت طاقة إلى داخل النظام، كمثال طاقة كهربائية لتشغيل مضخة الماء، أو الطاقة الشمسية لدفع تركيب السكر والنشا في نبات أخضر. حالما ضُخَّ الماء إلى أعلى التلّ، سيميل بالتالي إلى الاندفاع أسفل التل منحدِراً، ويمكن استعمال بعض طاقة جريانه لأسفل لدفع العجلات المائية، والتي يمكنها توليد الكهرباء، والتي يمكن استعمالها في تشغيل محرِّك كهربيّ لضخ بعض الماء أعلى التلّ مرة ثانية، لكن فقط بعضه! فبعض الطاقة يُفقَد دائماً، رغم أنه لا يُفنَى. إن الآلات أبدية الحركة مستحيلة.

---

[1] هذا يعرفه كل صبيٍّ مدرسةٍ، وتستطيع بنت أو ولد في المدرسة البرهنة عليه بالهندسة الإقليدسية.

في كيمياء الحياة، فإن الكربون المستخلَص من الهواء بالتفاعلات الكيميائية "المترقِّية" أو الشاقّة المُحَثَّة بالشمس في النباتات يمكن حرقه لإطلاق بعض الطاقة. ويمكننا حرقه حرفياً في شكل فحم، والذي يمكنك التفكير به كطاقة شمسية مخزَّنة، لأنه قد وُجِد بفعل الألواح الشمسية الكلوروفيلية للنباتات الميتة منذ زمن بعيد في العصر الكربوني وعصور ماضية أخرى. أو يمكن إطلاق الطاقة بوسيلة أكثر تحكماً عن الإحراق الحقيقي. فداخل الخلايا الحية_سواء النباتات أو الحيوانات التي تأكل النباتات أو الحيوانات التي تأكل الحيوانات آكلة النباتات...إلخ، إن مركبّات الكربون المصنوعة بالشمس "بطيئة الاحتراق". فبدلاً من الاشتعال لهباً حرفياً، فإنها تعطي طاقتها في تدفق قابل للاستخدام، حيث تعمل بوسيلة مُتحَكَّم بها لتدفع التفاعلات الكيميائية "المترقّية". على نحو حتميّ، فإن بعض هذه الطاقة يُبدَّد كحرارة، ولو لم يكن الأمر كذلك، لكنا استطعنا صنع آلات أبدية الحركة، وهو أمر مستحيل.

كل الطاقة تقريباً في الكون تُحَطّ بثبات من أشكال قادرة على القيام بعمل إلى أشكال غير قادرة على القيام بعمل. هناك عملية تحويل للطاقة إلى الثبات وإلى صورة غير مفيدة، حتى يستقر كامل الكون آخرَ الأمر في شكل موحَّد، (موت حراريّ) راكد بلا أحداث حرفياً. لكن بينما يُساق الكون ككل إلى التدهور باتجاه موته الحراريّ الحتميّ، فإن هناك مجالاً للكميات الصغيرة من الطاقة لأن تُسَيِّر الأنظمةَ المحلية الصغيرة في الاتجاه المعاكس. إن ماء البحار يُرفَع إلى الهواء كسُحُب، والتي تُمطِر لاحقاً ماءها على قمم الجبال، والتي يجري الماء منها منهمراً إلى أسفل في الجداول والأنهار، والتي يمكنها دفع الدواليب المائية أو محطات توليد الطاقة الكهربية. إن الطاقة لرفع الماء (وبالتالي لدفع التوربينات في محطات توليد الكهرباء) تأتي من الشمس. هذا ليس انتهاكاً للقانون الثاني للثرموديناميك، لأن الطاقة يُمَدّ بها باستمرار من الشمس. تقوم طاقة الشمس بشيء شبيه في الأوراق النباتية الخضراء، مسيِّرةً التفاعلاتِ الكيميائية موضعياً "إلى الأعلى" لصنع السكر والنشا والسليلوز والأنسجة النباتية. آخر الأمر تموت النباتات، أو ربما تأكلها الحيوانات أولاً. إن طاقة الشمس الممسوك بها لديها الفرصة لأن تتدفّق عبر مساقط عديدة، وعبر سلسلة الغذاء الطويلة والمعقَّدة البالغةِ نهايتَها في التحلّل البكتيريّ أو الفطريّ للنباتات، أو تحلل الحيوانات التي تُطيل السلسلة الغذائية. أو ربما يُحجَز بعضها تحت الأرض، أولاً كَخُثّ peat [خشب أو نسيج نباتيّ نصف متفحِّم] ثم كفحم. لكن الاتجاه الكونيّ نحو الموت الحراريّ النهائيّ لا يُعكَس أبداً. ففي كل حلقة من السلسلة الغذائية، وخلال كل تحدُّرٍ للطاقة داخل كل خلية، تُحَطّ بعضُ الطاقةِ إلى حالة عدم الفائدة. إن الآلات أبدية الحركة.... حسناً، يكفي تكراراً لهذا، لكني لن أعتذر عن الاقتباس_كما قد فعلت في واحد من كتبي السابقة على الأقل_للقول المأثور للسير Sir Arthur Eddington على هذا الموضوع:

"لو أشار شخص لك بأن نظريتك اللطيفة متناقضة مع معادلات ماكسويل. من ثَمَّ يكون الأمر أسوأ بكثير لمعادلات ماكسويل، لو وُجِدَ أنها مناقِضة للملاحَظة. حسناً، هؤلاء العلماء التجريبيون يقومون بأشياء غير متقَنَة متسرِّعة أحياناً. لكن لو وُجِدَ أن نظريتك مناقِضة للقانون الثاني للثرموديناميكيات فلا يمكنني منحك أي أمل، لا يوجد لها مصير سوى السقوط في أعمق الخزي."

عندما يقول الخلقيون_كما يفعلون على نحو متكرر_أن نظرية التطور تتناقض مع القانون الثاني للثرموديناميكيات، فهم لا يخبروننا ما هو أكثر من أنهم لا يفهمون القانون الثاني. (نحن نعلم فعلياً أنهم لا يفهمون التطور). ليس هناك تناقض، بسبب الشمس[1].

[1] كمصدر خارجيّ للطاقة، بالتالي فالنظام غير مغلَق_م.

إن كل النظام_سواء أننا نتكلم عن الحياة أو عن صعود الماء إلى السحب وسقوطه مجدداً_معتَمِد آخر المطاف على التدفق المستمر للطاقة من الشمس. إن الطاقة من الشمس_بينما لا تخالف في الحقيقة أبداً قوانينَ الفيزياء والكيمياء، ويقيناً لا تخالف أبداً القانون الثاني للثرموديناميك_تَمُدّ الحياةَ بالطاقة، لتلاطف وتُمَدِّد قوانين الفيزياء والكيمياء لتتطوّر الإنجازاتُ الاستثنائية للتعقيد والتنوع والجمال والوهم الغريب للا احتمالية الإحصائية والتصميم المقصود. قهريّ للغاية هو ذلك الوهم الذي خدع أعظم عقولنا لقرون، حتى برز تشارلز دارْوِن على المشهد. إن الانتخاب الطبيعيّ هو مضخّة للمستحيل: عملية تُوَلِّد الغيرَ محتمَل إحصائياً. إنها تحتفظ نظامياً بأقلية التغيرات العشوائية التي تؤدّي ما يستلزمه الأمر لأجل البقاء، وتُراكِمُها، خطوةً ضئيلة فأخرى خلال المقاييس الزمنية الفائقة للتصور، حتى يتسلّق التطورُ آخر الأمر قممَ اللا احتمالية والتنوع، ذُرَى لا تعرف ارتفاعاتُها ومداها حدوداً، إنه الجبل المَجازيّ الذي قد سمَّيتُه[1] "جبل المستحيل". إن مضخة الاستحالة الخاصة بالانتخاب الطبيعيّ_دافعةً التعقيدَ الحيّ فوق "جبل المستحيل"_هي نوع من المكافئ الإحصائيّ لطاقة الشمس رافعة الماء إلى قمة جبل تقليديّ. تُطوِّر الحياةُ تعقيداً أعظم فقط لأن الانتخاب الطبيعيّ يقودها موضعياً[2] بعيداً عن المُحتمَل إحصائياً باتجاه المستحيل. وهذا ممكن فقط بسبب الإمداد المتواصِل للطاقة من الشمس.

من بداية بسيطة للغاية

إننا نعرف قدراً كبيراً عن كيفية عمل التطور منذ أن بدأ، أكثر بكثير مما عرف دارْوِن. لكننا نعرف أكثر بقليل مما عرف دارْوِن عن كيفية بدئه في المقام الأول. هذا كتابٌ عن الأدلة، وليس لدينا أدلة بخصوص الحدث الفريد الهام الذي كان بدايةَ التطور على هذا الكوكب. قد يكون قد كان حدثاً ذا نُدرة قصوى. لقد كان يَلزَم أن يحدث مرة واحدة، وعلى حد ما نعلم فقد حدث مرة واحدة فقط. إنه من المحتمل حتى أنه حدثَ مرة واحدة فقط في كل الكون، رغم أني أشك في ذلك. يمكننا قول شيء واحد_على أساس المنطق الصرف بدلاً من الدليل_أن دارْوِن كان منطقياً بقوله *"من بداية بمثل تلك البساطة"*. فنقيض البسيط هو الغير محتمَل إحصائياً. إن الأشياء غير المحتمَلة إحصائياً لا تبرز إلى الوجود تلقائياً، فهذا هو ما تعنيه صفة غير محتمَل إحصائياً. يلزَم أن تكون البداية بسيطة، والتطور بالانتخاب الطبيعي لا يزال العملية الوحيدة التي نعرفها التي يمكن بها أن تؤدّي البدايات البسيطة إلى نشأة النتائج المعقَّدة.

لم يناقش دارْوِن كيفية بدء التطور في كتابه (عن أصل الأنواع). لقد اعتقد أن المشكلة كانت فوق علم عصره. في الرسالة إلى Hooker التي اقتبستُ منها سابقاً، مضى دارْوِن قائلاً: *"إنه محض هراء، التفكير في العصر الحاضر في أصل الحياة، قد يفكر المرء بنفس الأسلوب كذلك في أصل المادة."* هو لم يستبعد إمكانية أن المشكلة ستُحَلّ آخر الأمر. (في الحقيقة، إن مشكلة أصل المادة قد حُلَّت إلى حدٍّ كبير) لكن_بالنسبة لأصل الحياة_في المستقبل البعيد: *"سيكون هنالك بعض الزمن قبل أن نرى طيناً أو بروتوبلازم يُنشِئ كائناً جديداً."*

عند هذه النقطة في إصدارته لرسائل أبيه، أدخلَ فرانسِس دارْوِن ملاحظة تخبرنا:

"عن نفس الموضوع كتبَ أبي في عام ١٨٧١: "كثيراً ما يقال أن كل الظروف للإنتاج الأول لكائن متعضٍّ حيّ متوفِّرة في العصر الحالي، والتي قد تكون قد كانت متوفرة دوماً. لكن لو (وآه، يالها من لو كبيرة) لو أمكننا عمل بركة صغيرة دافئة، بها كل أنواع الأمونيا

[1] في كتب سابقة وهو عنوان أحد كتبه_م.
[2] في حدود الكوكب بظروفه وتركيبات الكائن_م.

(النشادر) والأملاح الفسفورية والنور والحرارة والكهرباء إلخ، بحيث يُكوِّن مركّب بروتينيّ كيميائياً جاهزاً للمرور بتغيرات أكثر تعقيداً، في العصر الحالي مثل هذه المادة كانت ستُلتَهم أو تُمتَصّ فوراً، وهو ما لم تكن عليه الحال قبل أن تتكوّن الكائنات الحية."

لقد كان دارْوِن يقوم هاهنا بشيئين متميزين حقاً. من ناحية كان يقدِّم تخمينه الوحيد عن كيف قد تكون الحياة نشأت (جملة "البركة الصغيرة الدافئة" الشهيرة). من ناحية أخرى، كان يُحرِّر علم الزمن الحاضر من أمل رؤية الحدث يتكرر أمام أعيننا قط. حتى إن تكن " *الظروف للإنتاج الأول لكائن متعضٍّ حيّ*" لا تزال موجودة، فإن أي منتَج جديد كهذا سوف "يُلتَهَم أو يُمتَصّ فوراً" (من المفترَض بالبكتيريا، حيث لدينا سبب وجيه في العصر الحالي لإضافة هذه العبارة).

كتب دارْوِن هذا بعد سبع سنوات من قول لويس باستُر Louis Pasteur، في محاضرة في السوربون: *"لن تتعافى عقيدة التوالد العفَويّ من الضربة القاتلة التي وجّهَتْها لها التجربة البسيطة"*. كانت التجربة البسيطة هي التي برهن فيها باستُر_بالتناقض مع التوقع الشعبيّ في ذلك الزمن_أن مرقاً أُحْكِمَ الإغلاق عليه مانعاً وصولَ الكائنات المجهرية [*الميكروسكوبية*] بإحكام لن يتعفّن.

البراهين مثل برهان باستُر يستشهد بها الخلقيون أحياناً كدليل لصالحهم. يجري القياس المنطقيّ الزائف كالتالي: "النشوء التلقائيّ لا يُلاحَظ في العصر الحاليّ أبداً. لذلك فإن نشوء الحياة مستحيل." إن تعليق دارْوِن في عام ١٨٧١ كان جواباً سريعاً مصمَّماً بدقة لذلك النوع من اللامنطق. على نحو واضح بالاستدلال، فإن التولُّد التلقائيّ للحياة حدثٌ نادر جداً، لكن لابد أنه قد حدثَ مرة، وهذا صحيح سواء اعتقدت أن التولد التلقائي الأصلي كان حدثاً طبيعياً أو خارقاً للطبيعة. أما السؤال عن مدى الندرة التي كان عليها حدث نشأة الحياة فهو سؤال مثير للاهتمام والذي سأعود إليه.

إن أول محاولات جادّة للتفكير بشأن كيف قد تكون الحياة قد نشأت، هي تلك الخاصة بـOparin في روسيا و (على نحو مستقل) Haldane في إنجلترا، حيث بدأ كلاهما بنفي أن ظروف أول إنتاج للحياة لا تزال موجودة في عصرنا. اقترح Oparin وHaldane أن الغلاف الجوي المبكّر كان مختلفاً جداً عن الموجود في الوقت الحاضر. على نحو خاص، لم يكن هناك أوكسوجين حر، وهكذا فقد كان الغلاف الجوي_كما يسمّيه الكيميائيون على نحو غامض_غلافاً جوياً "ناقصاً". إننا نعلم اليومَ أن كل الأوكسوجين الحر في الغلاف الجوي هو مُنتَج الحياة، تحديداً النباتات. وعلى نحو واضح، لم يكن جزءً من الظروف السابقة التي نشأت فيها الحياة. لقد تدفّق الأوكسوجين إلى الغلاف الجوي كمُلَوِّث_وحتى كمسمِّم_حتى كيَّفَ الانتخابُ الطبيعي الكائناتِ الحية على الازدهار على هذه المادة و _في الواقع_الاختناق بدونها. لقد ألهمَت فرضيةُ الهواء "الناقص" أشهرَ غارة تجريبية على مشكلة نشأة الحياة، وهي تجربة دورق Stanley Miller المليء بالمكونات البسيطة، والذي أزبَدَ وأوْمَضَ بالكهرباء لأسبوع واحد فقط قبل أن يُنتِج الأحماضَ الأمينية وبشائر أخرى للحياة.

إن "البركة الصغيرة الدافئة" لدارْوِن، مع تجربة التخمير الذي مزَجَه Miller مُلهَمةً بها، كلاهما كثيراً ما يُنبَذان اليوم كتمهيد لتقديم نظرية بديلة مفضَّلة. والحقيقة أنه ليس هناك إجماع كاسح. لقد اقتُرحَت العديد من الأفكار الواعدة، لكن ليس هناك دليل حاسم يشير على نحو جَليّ غير قابل للخطأ إلى أي واحد منهم. في كتبي السابقة ناقشت احتمالات مثيرة للاهتمام عديدة، بما في ذلك نظرية

البللورات الطينية غير العضوية لـGraham Cairns-Smith، والرأي الأكثر معاصرة المطابق للعصر الحديث أن الظروف التي نشأت تحتها الحياة أولَ مرة كانت قريبة إلى المسكن الجحيميّ للبكتيريا والعتائق archaea متكيِّفة الحرارة thermophilous الخاصة بالعصر الحالي، والبعض منها يزدهر ويتكاثر في ينابيع حارّة تغلي حرفياً. في العصر الحالي، تتجه أغلبية من علماء البيولوجي صوب (نظرية عالَم الـRNA)، ولسبب أجده مقنعاً تماماً.

ليس لدينا دليل عن ماهية ما كانت عليه الخطوة الأولى في صنع الحياة، لكننا نعلم حقاً نوع الخطوة التي لابد أنها كانتها. لابد أنها قد كانت أياً ما كان يَلزَم ليبدأ الانتخاب الطبيعي. قبل تلك الخطوة الأولى، فإن ضروب التحسينات التي يقدر الانتخاب الطبيعي فقط على تحقيقها كانت مستحيلة. وذلك يعني أن الخطوة الأساسية كانت نشوء لكينونة ناسخة لذاتها، بعملية لا تزال مجهولة بعدُ. النَسْخ الذاتيّ أنتجَ مجموعة سكانية من الكينونات، والتي تتنافس أحدها مع الآخر لتُنسَخ. وحيث لا عملية نسخ مثالية، فستصبح المجموعة السكانية على نحو حتميّ تحتوي تنوعاً، ولو تواجدت التنوعات في مجموعة سكانية من الناسخات لديها ما يستلزِمه الأمرُ للنجاح فسوف تسود. هذا هو الانتخاب الطبيعي، ولم يمكنه البدء حتى برزت الكينونة الناسخة لذاتها الأولى إلى الوجود.

لقد خمَّنَ دارْوِن_في فقرة "البركة الصغيرة الدافئة"_أن الحدث الأساسيّ في نشأة الحياة ربما قد كان النشوء الذاتي لبروتين، لكن يتضح أنها فكرة أقل وعداً من معظم أفكار دارْوِن الواعدة. هذا ليس إنكاراً لكون البروتينات مهمة على نحو حيويّ للحياة. لقد رأينا في الفصل الثامن أن لها السمة المميزة جداً للفّ نفسها لتُشكِّل أشياء ثلاثية الأبعاد، والتي يُحدَّد شكلها الدقيق بالتسلسل أحاديّ البعد لمكوناتها، أي الأحماض الأمينية. لقد رأينا كذلك أن نفس الشكل الدقيق يمنحهم القدرة على تحفيز التفاعلات الكيميائية بدقة عظيمة، مسرِّعةً تفاعلاتٍ معيَّنة ربما تريليون ضِعفاً. إن دقة الإنزيمات تجعل الكيمياء البيولوجية ممكنة، وتبدو البروتينات مرِنة على نحو غير محدود تقريباً في مدى الأشكال التي يمكنها أن تتخذها. ذلك_إذن_ما البروتينات جيدة فيه. إنها جيدة جداً جداً في هذا في الواقع، وقد كان دارْوِن مُحِقّاً تماماً في الإشارة إليها. لكن هناك شيء البروتينات عاجزة على نحو بارز فيه، وهو ما غفل عنه دارْوِن. إنها عاجزة تماماً عن نَسْخ ذاتها. لا تقدر أن تصنع نُسَخاً من أنفسها. هذا يعني أن الخطوة الأساسية في نشأة الحياة لا يمكن أنها قد كانت النشوء الذاتي لبروتين. فماذا كانت إذن؟

إن أفضل جزيء ناسخ لنفسه نعرفه هو الـDNA. في الأشكال المتقدمة للحياة المألوفة لنا، فإن الـDNA والبروتينات متممان لبعضهما على نحو مدهش. فجزيئات البروتين إنزيمات رائعة لكنها فاشلة في النَسْخ. أما الـDNA الحمض النوويّ منزوع الأوكسوجين فهو العكس بالضبط. إنه لا يلتفّ في أشكال ثلاثية الأبعاد، ولذلك لا يعمل كإنزيم. فبدلاً من الالتفاف يحتفظ بشكله الخطيّ المفتوح، وهذا ما يجعله مثالياً سواء كناسخ أو كمُحدِّد لتسلسلات الأحماض الأمينية. أما جزيئات البروتين فتحديداً لأنها تلتفّ في أشكال "مُغلَقة"، فإنها لا "تكشف" معلوماتِها المُسلسَلة بطريقة يمكن أن تُنسَخ أو "تُقرَأ". فالمعلومات المتسلسِلة مدفونة على نحو غير قابل للوصول لها في البروتين الملتفّ. لكن في السلسلة الطويلة للـDNA تكون المعلومات المتسلسِلة مكشوفة ومتاحة لتعمل كقالب.

إن المعضلة تبادلية الاعتماد لنشأة الحياة هي هذه. الـDNA يمكنه نسخ ذاته، لكنه يحتاج الإنزيمات ليُحفِّز العملية. البروتينات يمكنها تحفيز معلومات الـDNA، لكنها تحتاج الـDNA لتحديد التسلسل الصحيح للأحماض الأمينية. كيف أمكن لجزيئات كوكب الأرض المبكر الخروج من هذا القيد والسماح للانتخاب الطبيعيّ بالبدء؟ هنا يأتي دور الـRNA.

ينتمي الـRNA لنفس أسرة الجزيئات المتسلسلة مثل الـDNA، وهي أسرة متعددات النيوكليوتيدات polynucleotides. إنه قادر على حمل ما يساوي نفس حروف الشفرة الرباعية كالـDNA، وهو يفعل هذا بالفعل في الخلايا الحية، حاملاً المعلومات الجينية من الـDNA إلى حيث يمكن أن تُستعمَل. يعمل الـDNA كقالب للتسلسلات المشفَّرة للـRNA لتُنشَأ. وبالتالي تُنشَأ تسلسلاتُ البروتينات باستعمال الـRNA، وليس الـDNA كقالب لها. بعض الڤيروسات ليس لديها DNA على الإطلاق. فالـRNA هو جزيئهن الجينيّ، مسؤولاً وحدَه عن حمل المعلومات الجينية من جيل إلى آخر.

وبعد، فبالنسبة للنقطة الأساسية عن (نظرية عالَم الـRNA) لنشأة الحياة. فهي أنه بالإضافة إلى امتداده في شكل مناسب لتمرير المعلومات المتسلسلة، فالـRNA قادر أيضاً على التركُّب الذاتيّ_مثل العقد المغناطيسي في الفصل الثامن_في أشكال ثلاثية الأبعاد، والتي لها نشاط إنزيميّ. إن إنزيمات الـRNA توجد حقاً. إنها ليست بكفاءة الإنزيمات البروتينية، لكنها تؤدّي العمل. تقترح نظرية عالَم الـRNA أن الـRNA كان إنزيماً جيداً على نحوٍ كافٍ ليقوم بالأمر حتى تطوّرت البروتينات لتتولّى دور الإنزيم، وأن الـRNA كان ناسخاً جيداً على نحوٍ كافٍ أيضاً ليتلبَّكَ كيفما اتفق في ذلك الدور حتى تطوّر الـDNA.

إنني أجد أن نظرية عالَم الـRNA معقولة، وأعتقد أنه مرجَّح تماماً أن علماء الكيمياء_خلال العقود القليلة القادمة_سيُحاكون في المعمل إعادة بناء كاملة للأحداث التي أطلقت الانتخابَ الطبيعي في طريقه الفريد منذ أربعة مليارات سنة. لقد اتُّخِذَت خطوات رائعة في الاتجاه الصحيح فعلياً.

رغم ذلك، قبل أن أترك الموضوع، يجب أن أكرر التحذير الذي قدّمته في كتب سابقة: نحن لا نحتاج إلى نظرية معقولة ظاهرياً عن أصل الحياة، وربما نكون حتى قلقين قليلاً عما إذا كانت ستُكتشَف نظرية معقولة! هذا التناقض الواضح ينشأ من السؤال الشهير: *"أين الجميع؟"*، والذي طرحَه الفيزيائيّ Enrico Fermi. ورغم أنه غامض الصياغة، لكن رفاق Fermi_الفيزيائيين الزملاء في معمل أبحاث Los Alamos Laboratory_كانوا مستمِعين على نحوٍ كافٍ ليعرفوا ما قصدَه بالضبط: لماذا لم تزُرنا كائنات حية من مكان آخر في الكون؟ لو لم تزرنا شخصياً، فعلى الأقل بإرسال موجات راديو (والذي هو أكثر إمكانيةً إلى حد كبير)[1].

إنه من الممكن في العصر الحالي تقدير أن هناك أكثر من مليار كوكب في مجرتنا، وحوالي مليار مجرة. هذا يعني أنه رغم أنه ممكن أن كوكبنا هو الكوكب الوحيد بالمجرة الذي به حياة، فلكي يمكن أن يكون ذلك صحيحاً فإن احتمالية نشوء حياة على كوكب لن تكون أكثر بكثير من واحد في المليار. لذلك فإن النظرية التي ننشدها لأصل الحياة على هذا الكوكب ينبغي يقيناً ألا تكون نظرية معقولة! فلو

[1] لكنه هنا ينسى ويغفل أنه قد تكون هناك أشكال بدائية فقط من الحياة على كواكب أخرى، وأن حدث ظهور ذكاء كالذكاء الإنساني سيكون أكثر ندرة بكثير، وحتى لو وُجِد ذكاء مشابِه فليس بالضرورة أن يكونوا وصلوا بعد لمستوى علمي متقدم جداً لاختراع وسائل سفر فضائي أو إرسال إشارات_م.

كانت كذلك، لانبغى أن تكون الحياة شائعة في المجرة. ربما تكون شائعة، وفي تلك الحالة فإن نظرية مقبولة ظاهرياً هي ما نحتاجه. لكننا لا نملك دليلاً على أن الحياة توجد خارج هذا الكوكب، وعلى أدنى حد فإن لنا الحق أن نَقْنَع بنظرية غير مصدَّقة ظاهرياً. إنْ نتناولْ سؤال Fermi بجديّة، ونفسّر افتقادَ الزيارات كدليل على أن الحياة نادرة للغاية للغاية في المجرة، فينبغي أن نتجه إلى توقع مؤكد أنه لا توجد نظرية معقولة ظاهرياً لأصل الحياة. لقد طوّرتُ بالتوضيح هذا البرهانَ على نحوٍ أكمل في كتاب (صانع الساعات الأعمى)، ولمن شاء فليراجع المسألةَ به. إن تخميني_على قدر ما يحمله من قيمة، وهي ليست كبيرة لأن الكثير للغاية من الكواكب غير معروف_هو أن الحياة نادرة جداً، لكن حيث أن عدد الكواكب ضخم جداً (يُكتشَف المزيد طوال الوقت) فإننا لسنا وحدنا في الكون على الأرجح، وربما يكون هناك الملايين من جُزُر الحياة في الكون. لكن حتى ملايين الجزر الكونية تظل بعيدة عن بعضها البعض للغاية إلى حد أنهم ليس لديهم فرصة أبداً تقريباً لملاقاة أحدهم الآخر، حتى بموجات الراديو. على نحو محزِن، طالما يتعلّق الأمر بالجوانب العملية، فلعلنا كما لو نكون وحيدين.

طُوِّرَت وتُطَوَّر أشكال لا نهائية غاية في الجمال والروعة

لست متأكداً ماذا عنى دارْوِن بـ"*لا نهائية*". ربما كانت مجرد مبالَغة لغوية، استُثمِرَت على نحو مؤثِّر لتُقوّي عبارتي "*غاية في الجمال*" و"*غاية في الروعة*". أتوقّع أن هذا كان جزءاً من الأمر. لكني أحب أن أعتقد أن دارْوِن عنى شيئاً أكثر دقة بـ"*لا نهائية*". فحينما ننظر إلى تاريخ الحياة، فإننا نرى صورة من الجدة اللامنتهية أبداً المتجددة إلى الأبد. يموت الأفراد، وحتى الأنواع والأسر والرتب وحتى الأصناف تنقرض. لكن العملية التطورية نفسها تستمر وتستأنف ازدهارها المتكرر، بحيوية غير مقلَّلة وشباب غير مُضعَف، بينما يمضي عصر تلو الآخر.

فلأعد باختصار إلى النماذج الكمبيوترية للانتخاب الاصطناعي التي ناقشتها في الفصل الثاني. محمية "حديقة السافاري" المفتوحة للأشكال البيولوجية الكمبيوترية، بما في ذلك الأشكال المفصلية الكمبيوترية والأشكال الصدفية التي برهَنَتْ عن مدى التنوع العظيم الذي قد تتطوّر له محّارات الرخويات. في ذلك الفصل، قدّمتُ هذه الكائناتِ الكمبيوترية كتوضيح لكيف يعمل الاصطفاء الاصطناعي ومدى قوته، حينما يُعطَى أجيالاً كافية. الآن أريد استعمال هذه النماذج الكمبيوترية لغرض مختلف.

كان انطباعي الغامر_أثناء تحديقي في شاشة الكمبيوتر وتربية الأشكال البيولوجية الكمبيوترية انتخابياً، سواء ملوَّنة أو أبيض وأسود، وعند تربية الأشكال المفصلية_أنه لا يغدو مملاً أبداً. كان هناك إحساس بالغرابة المتجددة على نحوٍ لا نهائيّ. لم يبدُ أن البرنامج "يتعب" أو يتوقف أبداً، ولا اللاعب. هذا بخلاف برنامج D'Arcy الذي وصفته على نحو مختصر في الفصل العاشر، البرنامج الذي فيه تُمَطّ "الجينات" حسابياً وفقاً لإحداثيات رقعة مطّاط عملية رُسِم فوقها حيوان. عند القيام بالانتخاب الاصطناعي مع برنامج D'Arcy، يبدو أن اللاعب_مع مضيّ الوقت_يتجه أبعد فأبعد عن نقطة مرجعية كانت الأشياء فيها منطقية لها معنى، إلى "أرض غير مأهولة" لعدم أناقة ذات شكل غير صحيح، حيث يبدو أن المعنى ينقص كلما تحرّكنا أبعد عن نقطة البدء. لقد ألمَحْتُ بالفعل إلى السبب في هذا. ففي برامج الأشكال الحيوية والأشكال المفصلية والأشكال الصدفية، لدينا المعادِل الكمبيوتريّ لعملية تنمّي جنينيّ. ثلاث

عمليات تنمي جنيني مختلفة، كلها بطرقها المختلفة معقولة بيولوجياً. أما برنامج D'Arcy فعلى النقيض لا يحاكي تنمياً جنينياً على الإطلاق. وبدلاً من ذلك_كما قد شرحت في الفصل العاشر_فإنه يتلاعب بالتحريفات التي يمكن أن يُحوَّل بها شكلٌ بالغ إلى شكل بالغ آخر. هذا الافتقار إلى عملية تنمي جنيني يحرمه من "الخصوبة المبدعة" التي تُظهرها برامج الأشكال الحيوية والأشكال المفصلية والأشكال الصدفية. ونفس الخصوبة المبدِعة تظهرها عمليات التنمي الجنيني الحقيقية، والتي هي سببٌ أدنى لكون التطور يُولِّد *"أشكال لا نهائية غاية في الجمال والروعة"*. لكن هل يمكننا المضي إلى ما فوق السبب الأدنى؟

في عام ١٩٨٩ كتبت ورقة علمية تُدعى (تطور القابلية للتطور) اقترحت فيها أنه ليس فقط تصبح الحيوانات حقاً أفضل في البقاء، مع مرور الأجيال، بل إن خطوط تحدر الحيوانات تصبح أفضل في التطور. ماذا يعني أن تكون "أفضل في التطور"؟ أي ؟أنواع الحيوانات جيدة في التطور؟ تبدو الحشرات على اليابسة والقشريات في البحار أبطالاً في التنويع إلى آلاف الأنواع، متقاسمين الكوات [*الوظائف*] البيئية، مغيِّرين الأنماط الجسدية خلال الزمن التطوري بحيوية منطلقة. كذلك تُظهِر الأسماك خصوبة تطورية مدهشة، وكذلك تفعل الضفادع، وكذلك الثدييات والطيور المألوفة لنا أكثر.

ما اقترحته في ورقتي العلمية بعام ١٩٨٩ هو أن القابلية للتطور هي خاصية لعمليات التنمي الجنيني. تتطفّر الجينات لتغيِّر جسدَ الحيوان، لكن عليها العمل من خلال عمليات النمو الجنيني. وبعض عمليات التنمي الجنيني أفضل من الأخرى في طرح مجالات خصيبة من التباين الجينيّ ليعمل عليها الاصطفاء الطبيعيّ، ولذلك قد تصبح أفضل في التطور. تبدو كلمة "قد" ضعيفة أكثر من اللازم. أليس من الجَلِيّ تقريباً أن بعض عمليات التنمّي الجنينيّ يجب أن تكون أفضل من الأخريات في التطور، بهذا المعنى؟ أعتقد ذلك. لعله أقل وضوحاً، لكني رغم ذلك أعتقد أنه يمكن الدفاع عن أن ربما يوجد نوع من الانتخاب الطبيعي أعلى مستوىً في صالح "عمليات تنمي جنيني قابل للتطور". مع مضي الزمن، تُحسِّن عملياتُ التنمي الجنيني قابليتَها للتطور. إن يكن هناك "انتخاب أعلى مستوىً" من هذا النوع، فسيكون مختلفاً بالأحرى عن الانتخاب الطبيعي المعتاد، الذي يختار الأفراد لقدراتهم على تمرير الجينات بنجاح (أو _على نحوٍ مرادِف_يختار الجيناتِ لقدراتها على بناء أفراد ناجحين). الانتخاب الأعلى مستوىً الذي يُحسِّن قابليةَ التطور سيكون الذي دعاه عالم البيولوجي التطورية العظيم George C. Williams "اختيار الفرع" clade selection. إن الفرع [*أو الغصن*] هو فرع من شجرة الحياة، مثل النوع أو الجنس أو الرتبة أو الصنف. يمكننا أن نقول أن انتخاب الغصن قد حدث عندما يقوم غصنٌ_مثل الحشرات_بالانتشار والتنوع وإعمار العالَم على نحو أكثر نجاحاً من غصن آخر مثل البوجونوفورا pogonophora (على الأرجح لم تسمع عن هذه الكائنات الشبيهة بالدود عديمة الشهرة، وهناك سبب لذلك: إنها غصن غير ناجح أو مزدهر!). لا تتضمَّن نظرية انتخاب الفرع أن على الفروع أن تتنافس أحدها مع الآخر. الحشرات لا تتنافس_على الأقل ليس مباشرةً_مع البوجونوفورا لأجل الطعام أو المكان أو أي مورد آخر. لكن العالم مليء بالحشرات، وتقريباً خالٍ من البوجونوفورا، ونحن نحاول على نحو صحيح أن نعزو نجاح الحشرات إلى صفة ما يملكنها. أنا أخمّن أنها شيء بصدد تنمّيهم الجنينيّ يجعلهم قابلين للتطور. في فصل من كتابي (تسلق جبل غير المحتمَل) *Climbing Mount Improbable* بعنوان "الأجنة متغيِّرة الأشكال باستمرار" Kaleidoscopic Embryos قدّمت اقتراحات عديدة لسمات معينة تميل إلى العمل على القابلية للتطور، بما في ذلك تقييدات تماثل الجانبين، وأساليب البناء المعيارية مثل تخطيط الجسد المُقسَّم.

ربما جزئياً بسبب بنائها المعياري على نحوٍ مقسَّم، فإن فرع المفصليات arthromorphs (يتضمن الحشرات والقشريات والعنكبيات ومئويات الأرجل [أم٤٤]...إلخ) جيد في التطور، في طرح تباينات في اتجاهات متعددة، في التنويع، في ملء الكُوَّات البيئية على نحو انتهازيّ عندما تصبح متاحة. ربما تكون فروع أخرى ناجحة على نحو مماثل لأن تنمياتهن الجنينية مقيَّدة بتنمّي متماثل الجانبين كصورة المرآة في العديد من المستويات[1]. الفروع التي نراها تعمُر الأراضي والبحار هي الفروع الجيدة في التطور. في انتخاب الفروع، تنقرض الفروع الفاشلة، أو تفشل في الانتواع لمواجهة التحديات المتنوعة، فيضمحلون ويهلكون. تزدهر وتنجح الفروع الناجحة كأوراق على شجرة النسب التطورية. يبدو انتخاب الفروع على نحو خادع مثل الانتخاب الطبيعي الدارْوِنيّ. ينبغي مقاومة إغراء الانخداع، أو ينبغي على الأقل التحذير من هذا. التشابهات السطحية يمكن أن تكون مضلِّلة بفاعلية.

إن حقيقة وجودنا أنفسنا مدهشة للغاية تقريباً عن تحملها. وكذلك حقيقة كوننا محاطين بنظام بيئيّ ثريّ بالحيوانات التي تشابهنا على نحو وثيق بشكل مؤثِّر، وبالنباتات التي تشابهنا على نحو أقل قليلاً والتي نعتمد عليها على نحو نهائيّ لتغذيتنا، وبالبكتيريا التي تشابه أسلافَنا الأبعد والتي سنعود إليها جميعاً في تحلل عندما ينتهي وقتنا. لقد كان دارْوِن طليعة عصره في فهم حجم مشكلة وجودنا، وكذلك في استيعاب حلها. لقد كان طليعة لعصره أيضاً في تقدير الاعتمادات المتبادَلة للحيوانات والنباتات وكل الكائنات الحية الأخرى، في علاقات يُذهِل تعقيدُها التصوُّرَ. كيف لا نجد أنفسنا لسنا موجودين فحسب بل محاطون بمثل هذا التعقيد وهذه الأناقة، مثل هذه الأشكال اللانهائية الغاية في الجمال والروعة؟

الإجابة هي هذه. إن الأمر لم يمكن أن يكون خلاف هذا، حيث أننا قادرون على ملاحظة وجودنا على الإطلاق، وطرح الأسئلة عنه. إن رؤيتنا لنجوم في السماء ليس حادثة صدفوية، كما يشرح علماء الكون لنا. ربما يكون هناك أكوان دون نجوم فيها، أكوان تترك قوانينها وثوابتها الفيزيائية الهيدروجين الأوليّ منتشراً بالتساوي وغير مكثَّف في نجوم. لكن لا أحد يُلاحِظ تلك الأكوان، لأن الموجودات الحية القادرة على ملاحظة أي شيء لا يمكن أن تتطور بدون نجوم. ليس فقط أن الحياة تحتاج حقاً إلى نجمٍ واحد على الأقل للإمداد بالطاقة. فالنجوم أيضاً هي أفران الاندماجات النووية التي كُوِّنت فيها معظم العناصر الكيميائية، ولا يمكن أن يكون لكَ حياة دون كيمياء ثرية. يمكننا المرور على قوانين الفيزياء_واحداً تلو الآخر_وقول نفس الشيء عنهم كلهم: أنها ليست حادثة صدفوية أننا نرى....

نفس الأمر صحيح بالنسبة لعلم الأحياء. إنها ليست مصادفة أننا نرى خضرة أينما ننظر تقريباً. إنها ليست مصادفة أننا نجد أنفسنا نجثم على فرع واحد ضئيل في وسط شجرة الحياة المزدهرة النامية، ليست مصادفة أننا محاطون بملايين الأنواع الأخرى، آكلةً ناميةً سابحة ماشية طائرة حافرة جحوراً، مطارِدة مباغِتة راكضة وراء وهاربة وسابقة ومتغلِّبة في الحيلة ومتفسِّخة...إلخ. فبدون النباتات الخضراء بحيث تفوق أعدادَنا على الأقل بنسبة عشرة إلى واحد لما كان هناك طاقة لتمدنا. بدون سباقات التسلح أبدية التصعيد بين المفترسين والفرائس، بين الطفيليات والعوائل المُتطفَّل عليها، دون صراع الطبيعة الدارْوِنيّ، دون مجاعته وموته لما كان هناك أنظمة

[1] كمثال، فإن طفرة في الرجل لألفية [أو كثيرة] الأرجل ستُعكَس على كلا الجانبين، ويُحتمَل أن تُكرَّر على طول الجسد كذلك. فرغم أنها طفرة وحيدة، فإن العمليات التنموية الجنينية تقيّدها بأن تُكرَّر العديد من المرات يساراً ويميناً. ربما يبدو لأول وهلة تناقضاً أن تقييداً سيزيد التكيفَ التطوريّ لظروف ووظائف لفرع. لقد شرحتُ السبب في نفس الفصل من كتاب (تسلق جبل المستحيل) بعنوان "الأجنة المتغيرة".

عصبية قادرة على رؤية أو الإحساس بأي شيء على الإطلاق، دعك من تقديرها وفهمها. نحن محاطون بأشكال حية لا نهائيـة، غايـة في الجمال والروعة، وإنها ليست مصادفة، بل النتيجة المباشرة للتطور بالانتخاب الطبيعيّ غير العشـوائيّ. الحيلـة الوحيـدة في الأمـر، أعظم العروض على كوكب الأرض.

ملحق

منكرو التاريخ

على فترات غير منتظمة لكن متكررة منذ عام ١٩٨٢، أخذت مؤسسة جالوب، أشهر منظمات قياس الرأي العام الأمركية الرأي العام القومي عن هذا السؤال:

أي التصريحات التالية يقترب من رأيك عن أصل وتطور البشر؟

١– لقد تطور البشر خلال ملايين السنوات من أشكال أقل تقدماً من الحياة، لكن الله قاد وجَّه العملية. (٣٦%)

٢– لقد تطور البشر خلال ملايين السنوات من أشكال أقل تقدماً من الحياة، لكن الله ليس له علاقة [دور] بهذه العملية. (١٤%)

٣–خلق الله البشر في شكلهم الحالي تقريباً في مرة واحدة خلال آخر عشرة آلاف سنة أو نحو ذلك (٤٤%)

النسب التي عرضتها هي من عام ٢٠٠٨. إن الأرقام للأعوام ١٩٨٢ و١٩٩٣ و١٩٩٧ و١٩٩٩ و٢٠٠١ و٢٠٠٤ و٢٠٠٦ و٢٠٠٧ هي نفسها تقريباً.

أنا لست مندهشاً من رؤية أن أقلية من ١٤% أشّرَت على خيار الاقتراح الثاني. إن مما يؤسَف له أن صياغة الاقتراح الثاني" "لكن الله ليس له دور في هذه العملية" يبدو كأنه مقصود لتحبيز الناس المتدينة ضده بلا مسوِّغ. إن الأمر المؤسف حقاً الباعث على الأسى هو التأييد القويّ للاقتراح الثالث. ينكر ٤٤% من الأمِركيين التطور تماماً، سواء مقاداً بالله أم لا، والمعنى المتضمَّن هو أنهم يعتقدون أن كل العالَم [الكوكب] عمره ليس أكثر من عشرة آلاف سنة. كما قد أشرتُ من قبل، بتسليمنا أن العمر الحقيقي للعالم هو ٤,٦ مليار عام، فهذا مشابه للاعتقاد بأن سعة أمِركا الشمالية أقل من عشر ياردات. لا واحدة من عينات التسع سنوات انخفض التأييد للاقتراح الثالث عن ٤٠% في أمِركا. في اثنتين من السنوات المأخوذ منها عينات، وصلت إلى ٤٧%. أكثر من ٤٠% من الأمركيين ينكرون أن البشر تطوروا من حيوانات أخرى، ويعتقدون أننا_بما يتضمَّن ضمنياً كلَّ أشكال الحياة_خلقنا الله لحظياً خلال أقل من عشرة آلاف سنة ماضية. هذا الكتاب ضروري.

الأسئلة التي طرحتها جالوب ركّزت على البشر، وربما هذا_قد يقال_نمّى الرهان العاطفي الأعمى وجعل قبول الرأي العلمي أصعب. في ٢٠٠٨ نشرت مؤسسة Pew Forum استبياناً مشابهاً عن الأمركيين والذي لم يُشِر ظاهرياً للبشر. كانت النتائج متطابقة تماماً مع جالوب Gallup. كانت الاقتراحات [الخيارات] المقدَّمة كالتالي، مع نسب الموافقة على كلٍ منهم:

الحياة على كوكب الأرض قد

تواجدت بشكلها الحالي منذ بدء الزمن (٤٢%)

تطورت خلال الزمن (٤٨%)

تطوراً من خلال الانتخاب الطبيعي (٢٦%)

تطوراً قاده كيان أعلى (١٨%)

تطورت لكن لا أعلم كيف (٤%)

لا أعرف (١٠%)

لم تُشِر أسئلة استبيان pew إلى تواريخ، لذا فإننا لا نعلم كم من الـ٤٢% الذين يرفضون بيقينيةٍ التطورَ يعتقدون أيضاً بأن عمر العالم أقل من عشرةِ آلاف سنة، مثلما فعلت جالوب على ما يبدو. يبدو مرجّحا أن نسبة الـ٤٢% الخاصة باستبيان pew، تترافق أيضاً مع وجهة نظر عن آلاف السنوات بدلاً من تأريخ العلماء الخاص بـ٤,٦ مليار عام. إن الاعتقاد أن [أشكال] الحياة على كوكب الأرض قد تواجدت في شكلها الحالي لـ دون أي تغير على الإطلاق سيبدو مساوياً في السُخف على الأقل للاعتقاد بأنها قد تواجدت في شكلها الحالي لعدة آلاف قليلة من السنوات، وهو [الرأي الأول] بالتأكيد ليس كتابياً.

ماذا عن بريطانيا؟ كيف حالنا بالمقارنة. في ٢٠٠٦ كلَّفَ البرنامج العلمي المسلسل Horizon[1] ممتاز المبيعات (نسبياً) مؤسسة Ipsos MORI بعمل استبيان بين الشعب البريطانيّ. للأسف، فإن السؤال الرئيسيّ لم يكن مصاغاً جيداً. لقد طُلِب من الناس أن يختاروا واحداً من الثلاث "نظريات أو تفسيرات عن نشأة وتطور الحياة على كوكب الأرض" التالية. فبعد كل رأي، وضعتُ نسبة من اختاروه:

أ- "نظرية التطور" التي تقول أن النوع البشري قد تطور خلال ملايين السنوات من أشكال أقل تقدماً من الحياة. الله ليس له دور في هذه العملية. ٤٨%

ب- "نظرية الخلق" التي تقول بأن الله خلق النوع البشري في شكله/شكلها الحالي تقريباً مرةً واحدة خلال آخر عشرة آلاف سنة. ٢٢%

ج-"نظرية التصميم الذكيّ" التي تقول بأن سمات معينة في الأشياء الحية تُفسَّر على أفضل نحو بتدخل كائن فائق الطبيعة، كمثالٍ الله. ١٧%

د- لا أعرف. ١٢%

للأسف، هذه الخيارات قد تكون تركت بعض الناس دون خيارهم المفضل. فهي لن تترك مساحةً لـ"لكن الله لعب دوراً في هذه العملية". بتسليمنا بما تتضمنه العبارة "الله لم يكن له دور في هذه العملية"، فليس مفاجئاً أن رقم النسبة للخيار (أ) قليل إلى حد ٤٨%. أما الرأي (ب) الذي يسجل ٢٢% فهو رغم ذلك مرتفع على نحو يدق ناقوس الخطر، خاصة مع تسليمنا بالعمر الهزلي االمضحك المحدَّد بعشرة آلاف سنة. ولو جمعنا (ب) و(ج) لنحسب نسبة من يفضّلون شكلاً من أشكال العقيدة الخلقية، نحصل على نسبة ٣٩%. هذا لا يزال ليس أعلى من الرقم الأمركي الأكثر من ٤٠%، خاصة مع تذكرنا بأن الرقم الأمركي يشير إلى خلقيي الأرض صغيرة العمر، بينما نسبة الـ٣٩% البريطانية تحتوي فرضياً على خلقيي الأرض العتيقة، تحت الخيار (ج).

طرحت مؤسسة MORI poll سؤالاً ثانياً على العينة البريطانية، عن التعليم. مقدِّمة نفس النظريات الثلاث، سُئِلَ الناس ما إذا كانت ينبغي أن تُدرَّس أم لا في حصص العلوم. على نحو مقلق، فقط ٦٩% اعتقدوا بتأكد أن التطور ينبغي أن يُدرَّس في حصص العلوم على العموم، سواء بجوار أم بدون أحد أشكال الخلق أو نظرية التصميم الذكيّ.

إن مسحاً أكثر طموحاً، والذي شمل بريطانيا لكن ليس أمرِكا، تولته مؤسسة Eurobarometer في عام ٢٠٠٥. هذا الاستبيان أخذ عينات الآراء والاعتقادات بشأن الشؤون العلمية في ٣٢ دولة أوربية (متضمنة تركيا، وهي الدولة الإسلامية الوحيدة بشكل أساسي التي تطمح إلى عضوية الاتحاد الأورُبيّ). يُظهِر الجدول ١ النسب في دول عديدة المصادِقة على اقتراح أن "البشر_كما نعرفهم اليوم_تطوروا من نوع أبكر من الحيوانات". لاحظ أن هذا بيان أكثر اعتدالاً من الخيار (أ) في MORI poll. حيث أنه لا يستبعد احتمالية أن الله لعب دوراً ما في العملية التطورية. لقد رتبت الدول وفقاً للنسب الموافقة على الاقتراح، أي النسب المعطية الإجابة الصحيحة كما حُكِمَ عليها بالعلم الحديث. هكذا فإن ٨٥% من عينة آيسلاند يعتقدون_كما يعتقد العلماء_أن البشر قد تطوروا من نوع آخر. نسبة ٢٧% ضئيلة من الشعب التركي يفعلون. تركيا هي الدولة الوحيدة في الجدول حيث يَظهر هناك أغلبية تعتقد أن التطور غلط فعلاً. بريطانيا في المرتبة الخامسة، مع ١٣% ينكرون فعلياً التطور. لم تُأخَذ عينة من الولايات المتحدة الأمركية في المسح الأورُبيّ، لكن الحقيقة البائسة أنها يتضح كونها متقدمة فقط على تركيا في مثل تلك الأمور التي اشتهرت بها الأخيرة إعلامياً.

الأغرب من ذلك هي النتائج الموضوعة في الجدول٢، والذي يُظهِر النسب المتعلقة باقتراح أن "البشر المبكرون عاشوا في نفس الزمن مع الديناصورات". مجدداً، قد رتبتُ الدول بالنسب المعطاة للإجابة الصحيحة، والتي هي في هذه الحالة اختيار خانة "غلط"[2]. مجدداً، تأتي تركيا في القاع، مع نسبة ٤٢% كاملة تعتقد أن البشر المبكرين تواجدوا سوياً مع الديناصورات، وفقط ٣٠% مستعدون لإنكار هذا. مقارنةً مع ٨٧% من السويديين. بريطانيا_يؤسفني القول_ في منتصف الطريق إلى القاع الأدنى، مع نسبة ٢٨% منا يحصلون بشكل واضح على المعلومات العلمية والتاريخية من الخزعبلات بدلاً من أي مصدر تعليمي علمي.

الجدول ١: الإجابات على اقتراح أن "البشر_كما نعرفهم اليوم_تطوروا من أنواع أبكر من الحيوانات"

---

[1] مشابهة لـ*Nova* الخاصة بالولايات المتحدة الأمركية، والتي تذيع برامجاً عادةً أنتجت وبُثَّت أصلاً على *Horizon*، أو تدخل في ترتيبات إنتاج مشترك مع *Horizon*.

[2] أفترض_لو اني كنت متحذلقاً_أن علي أن أشير إلى أن علماء الحيوان المعاصرين يصنفون الطيور كديناصورات باقية على قيد الحياة. وبالحديث بشكل مباشر فإن الإجابة الصحيحة تكون "صحيح". لكن لنا أن نفترض على نحو مأمون رغم ذلك أن عندما يُسأل الناس سؤالاً كهذا، فهم يفهمون باستبعاد الطيور وتضمين "السحالي الرهيبة" التي منحتنا الكلمة.

Country	Total	True (%)	False (%)	Don't know (%)
Iceland	500	85	7	8
Denmark	1,013	83	13	4
Sweden	1,023	82	13	5
France	1,021	80	12	8
Britain	1,307	79	13	8
Belgium	1,024	74	21	5
Norway	976	74	18	8
Spain	1,036	73	16	11
Germany	1,507	69	23	8
Italy	1,006	69	20	11
Luxembourg	518	68	23	10
Netherlands	1,005	68	23	9
Ireland	1,008	67	21	12
Hungary	1,000	67	21	12
Slovenia	1,060	67	25	8
Finland	1,006	66	27	7
Czech Republic	1,037	66	27	7
Portugal	1,009	64	21	15
Estonia	1,000	64	19	17
Malta	500	63	25	13
Switzerland	1,000	62	28	10
Slovakia	1,241	60	29	12
Poland	999	59	27	14
Croatia	1,000	58	28	15
Austria	1,034	57	28	15
Greece	1,000	55	32	14
Romania	1,005	55	25	20
Bulgaria	1,008	50	21	29
Latvia	1,034	49	27	24
Lithuania	1,003	49	30	21
Cyprus	504	46	36	18
Turkey	1,005	27	51	22

Source: Eurobarometer, 2005.

كمدرس أحياء، أجد نفسي مواسى على نحو مثير للشفقة بنتيجة أخرى من مسح لـEurobarometer يكشف أن نسبة كبيرة من البريطانيين (١٩%) يعتقدون أن الأرض تستغرق شهراً واحداً للأرض لكي تدور حول الشمس! الرقم أكثر من ٢٠% بالنسبة لإيرلاند[ا]، والنِمسا، وإسبانيا، والدنمارك. إنني أتساءل ماذا يعتقدون أن السنة تكون؟! لماذا تأتي الفصول وتذهب بمثل هذا الانتظام؟ هل هم ليسوا فضوليين حتى بصدد أسباب مثل هذه السمة البارزة لعالَمهم؟ هذه الأرقام الجديرة بالملاحظة ينبغي ألا تكون مواسِية، بالتأكيد. تشديدي كان على "بحزن" [أو على نحو مثير للشفقة_م]. لقد قصدت أنه يبدو أننا نتعامل مع جهل عامّ بالعلم، وهو أمر سيء بدرجة كافية، لكنه على الأقل أفضل من التحيز التام ضد علم معيَّن، تحديداً العلم التطوري [البيولوجي التطوري evolutionary biology]، والذي يتضح أنه موجود في تركيا (وفي معظم العالم الإسلامي، كما لا يمكنني الامتناع عن التخمين). وأيضاً_على نحو لا يُنكَر_في الولايات المتحدة الأمركية، كما رأينا في استبيانات مؤسستي Gallup و Pew .

في أكتوبر ٢٠٠٨م التقت مجموعة من حوالي ٦٠ مدرِّساً بالتعليم الثانوي الأمِركيّ في مركز تعليم العلم بجامعة Emory University, in Atlanta. بعض القصص المريعة التي كان عليهم أن يخبروا بها تستحق انتباهاً واسعاً. أبلغ أحد المدرسين أن التلاميذ "أجهشوا بالبكاء" عندما أُخْبِروا أنهم سيُدَرَّسون التطور. وصف مدرس آخر كيف صرخ التلاميذ على نحو متكرر "لا!" عندما بدأ الحديث عن التطور في الفصل. قرَّر آخر بأن التلاميذ طلبوا أن يعرفوا لماذا عليهم أن يتعلموا عن التطور، مع التسليم بأنه "مجرد نظرية". أيضاً وصف مدرس آخر كيف أن "الكنائس تدرِّب التلاميذ على المجيء إلى المدرسة بأسئلة معينة ليسألوها لتخريب دروسي" [بأسلوب الإلحاف واللجاجة_م]. إن متحف الخلق في Kentucky هو مؤسسة مُموَّلة بإسراف مكرَّسة بالكامل لإنكار التاريخ على هذا المستوى المتقدم. يستطيع الأطفال الركوب على نماذج ديناصورات مع سرج، وإنه ليس محض بعض الترفيه، فالرسالة المتضَمَّنة والصريحة هي أن الديناصورات عاشت مؤخراً منذ عصر قريب وتواجدت مع البشر. إنه يُدار بأجوبة من سفر التكوين، وهو منظمة معفاة من الضرائب. إن دافع الضرائب_الأمركي في هذه الحالة_يقدم الدعم الماليّ للتزييف العلمي، وتعليم التضليل على نطاق واسع.

الجدول٢: الإجابات على اقتراح أن "البشر المبكرين عاشوا في نفس الزمن مع الديناصورات"

Country	Total	True (%)	False (%)	Don't know (%)
Sweden	1,023	9	87	4
Germany	1,507	11	80	9
Denmark	1,013	14	79	6
Switzerland	1,000	9	79	12
Norway	976	13	79	7
Czech Republic	1,037	15	78	7
Luxembourg	518	15	77	9
Netherlands	1,005	14	75	10
Finland	1,006	21	73	7
Iceland	500	12	72	16
Slovenia	1,060	20	71	9
Belgium	1,024	24	70	6
France	1,021	21	70	9
Austria	1,034	15	69	15
Hungary	1,000	18	69	13
Estonia	1,000	20	66	14
Slovakia	1,241	18	65	18
Britain	1,307	28	64	8
Croatia	1,000	23	60	17
Lithuania	1,003	23	58	19
Spain	1,036	29	56	15
Ireland	1,008	27	56	17
Italy	1,006	32	55	13
Portugal	1,009	27	53	21
Poland	999	33	53	14
Latvia	1,034	27	51	21
Greece	1,000	29	50	21
Malta	500	29	48	24
Bulgaria	1,008	17	45	39
Romania	1,005	21	42	37
Cyprus	504	32	40	28
Turkey	1,005	42	30	28

Source: Eurobarometer, 2005.

مثل هذه المعاناة شائعة في الولايات المتحدة، لكنها أيضاً_رغم أني مشمئز من الاعتراف بذلك_تصير كذلك في بريطانيا. في فبراير ٢٠٠٦ نشرت الجارديان *Guardian* أن "طلاب طب مسلمين في لندن وزعوا نشرات تنبذ نظريات دارون كزائفة. الطلاب المسيحيون الإنجيليون [البروتستنت] أيضاً بارزون في تحدي مفهوم التطور على نحو متزايد. لقد أُنتِجَت الأوراق من قِبَل مؤسسة أمانة النصر Al-Nasr Trust، وهي مؤسسة خيرية مسجَّلة ذات وضع إعفاء من الضرائب[1]. بالتالي فدافع الضرائب البريطانيّ_أيضاً_يقدِّم الدعم الماليّ للنشر المنهجيّ لتزييف للعلم رئيسيّ وجديّ في المؤسسات التعليمية البريطانية.

في عام ٢٠٠٦، أبلغت جريدة "الإندبندنت" *Independent* أن البروفيسور Steve Jones، من جامعة University College London في لندن، يقول:

"إنه تغير اجتماعي حقيقي. فلسنوات، كنت أشفق على زملائي الأساتذة الأمركيين، الذين عليهم تنظيف عقول طلبتهم من الخلقية في محاضرات علم الأحياء الأولى القلائل. إنها ليست مشكلة واجهناها في بريطانيا حتى الآن. لقد وردت لي ردود تغذية رجعية من أطفال تلاميذ مدارس مسلمين والذين يقولون أنهم مُجبَرون على الاعتقاد بالخلقية، لأنها جزء من هويتهم الإسلامية، لكن الناس الذين أجدهم أكثر إدهاشاً هم الأطفال البريطانيون الآخرون الذين يرون الخلقية كبديل قابل للتطبيق للتطور. هذا داقٌ لناقوس الخطر [مُقلق]. وهو يُظهِر كم هي مُعدِية الفكرة."

إذن، فإن الاستقصاآت تقترح أن ٤٠% على الأقل من الأمركيين خلقيون، متحجرون حرفيون، خلقيون ضد التطور تماماً، غير معتقدين بالتطور، بل بنظرهم الربّ فقط يقوم بكل شيء بدون قوانين الطبيعة والأحياء، وهم كثيرون بوفرة أيضاً. الأرقام الموازية في بريطانيا وفي معظم أوربا أقل تطرفاً بقليل جداً، لكنها ليست مشجِّعة أكثر بكثير. لا زال ليس هناك أساس لرضا النفس.

[1] إن وضع الإعفاء من الضرائب يُحصل عليه بسهولة من جانب أي منظمة دينية تقريباً. المنظمات التي هي غير دينية عليها أن تتجاوز العراقيل وتقفز عبر الطارات لتبرهن أنها تفيد البشرية. أسّست مؤخراً مؤسسة خيرية مكرسة لتعزيز [ترويج] "العقلانية والعلم". خلال المفاوضات البيروقراطية [المُطوَّلة] المكلفة للغاية والناجحة آخر الأمر للحصول على وضعية مؤسسة خيرية، تلقيت رسالة من لجنة جمعيات الإحسان البريطانية مؤرخة بتاريخ ٢٨ سبتمبر ٢٠٠٦ والتي تحتوي على التالي: "إنه ليس واضحاً كيف يميل تقدم العلم نحو تحسين الفكر والأخلاق لدى العامّة. نرجو تزويدنا بدليل على هذا أو شرح كيف يتصل هذا بتقدم البشرية والعقلانية". على النقيض، فإن المنظمات الدينية يُفترَض أنها تفيد البشرية دون أي إلزام بالبرهنة على ذلك، وحتى إن تكن تنخرط على نحو نشط وبشكل واضح في الترويج لتزييف العلم.



'And God blessed them, and God said unto them, Be fruitful, and multiply, and replenish the earth, and subdue it: and have dominion over the fish of the sea, and over the fowl of the air, and over every living thing that moveth upon the earth.'

Opinion polls show that many people are creationists who believe that all living things came into existence in a single week six thousand years ago.

تُظهر استفتاءات الرأي أن الكثير من الناس خلقيون وهم الذين يعتقدون أن كل الأشياء الحية جاءت إلى الوجود في ستة أيام منذ ستة أو عشرة آلاف سنة.





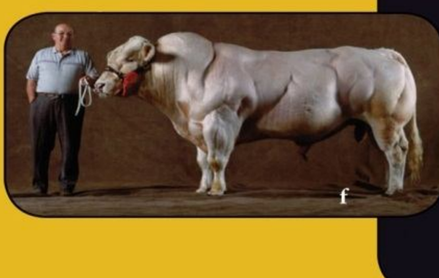


ما يقدر الانتخاب الاصطناعي على فعله خلال زمن قصير جداً: a الكرنب [الملفوف] البري. b فاثنته وتنوعاته إلى أنواع كثيرة بالتربية الانتخابية منها القرنبيط والبروكلي ولكرنب. c نوع غريب ضخم. / أحفاد ما كانت عليه زهور تّباع الشمس البرية. وe زهور تباع المنتخَبة اصطناعياً على يد الأمركيين الأصليين [الهنود الحمر] والتي عزّز تطورها البستانيون المعاصرون





f ثور من نوع Blue mound البلجيكي المطفر اصطناعياً، وg امرأة لاعبة كمال أجسام مغذاة ومدرَّبة اصطناعياً. إن التغير المسبَّب بيئياً يمكن أن يحاكي بشدة التغير الوراثي.



كلبا Chihuahua وGreat Dan كلاهما ذئاب تحت الجلد (من أصل ذئب)، لكن من كان سيحزر هذا من مظهرهما، بعد قرون قلائل من الانتخاب الاصطناعي.

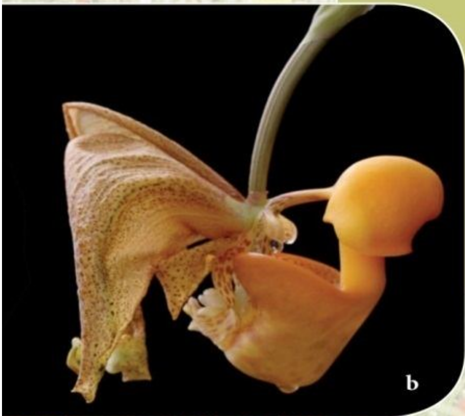


a عذ الرحيق الطويلة لهذه الأوركيد المدغشقية قادت كلاً من داون وألفرد والاس إلى التنبؤ بالاكتشاف الحديث مؤخراً لعثة ذات لسان طويل يتوافق معها. بعد سنوات لاحقاً اكتُشِفت وهي عثة *Xanthopan morgani praedicta* أو عثة داروين الصقرية.

b الأوركيد الدلو: إحدى أكثر الأمثلة الموضحة إتقاناً لتلقيح "الرياضة النفسية السحرية".

c نحلة Euglossine تكافح لمغادرة الأوركيد الدلو وتعلق بها حبوب اللقاح بينما تفعل ذلك







d العثة التي تحسب نفسها طائراً طنّاناً؟! العثة الصقرية الطنانة مثال رائع على التطور المتلاقي.

e طائر طنّان في عمل دقيق رائع. إن الزهور الحمراء الوضيئة عادةً ما تكون ملقّحة بالطيور، لأن الطيور_بخلاف الحشرات_ترى جيداً عند الطرف الأحمر للطيف الضوئي.

f طائر الشمر أو الشُكَيرة sunbird يمتصّ الرحيق من زهرة حمراء في أفريقيا. ذكر هائج يركب على الأوركيد المطرقة.

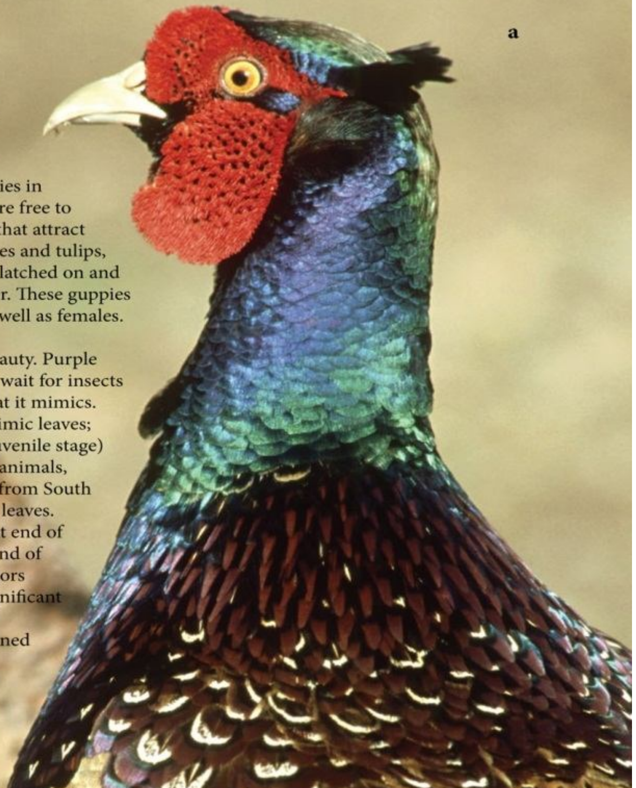
h هذا الأوركيد "مخادع"، يعتمد عى تشابهه مع أنثى نحلة ليغري ذكر نحلة بمحاولة التزاوج.

i زهرة ربيع من نوع (*Oenothera biennis*) evening primrose كما تراها.

j نفس الزهرة كما تراها الحشرة تقريباً. ليس تماماً، لكن مع ألوان زائفة لإظهار الأنماط التي قد تراها حشرة ذات رؤية فوق بنفسجية.

k الأوركيد العنكبوت. شكّل الانتخابُ الطبيعي تشابهه مع العنكبوت.


d
g
e
f
h
i
j
k



a

The bright colours of the cock pheasant (**a**) have been selected by generations of hens. (**b**) Underwater cock pheasants? Male guppies in predator-free waters are free to evolve bright colours that attract predators. As with roses and tulips, human breeders have latched on and taken the trend further. These guppies appeal to aquarists as well as females.

(**c**) Danger lurks in beauty. Purple praying mantis lies in wait for insects lured by the flower that it mimics. (**d**) Other mantises mimic leaves; this is the nymph (a juvenile stage) of one of them. Some animals, such as this gecko (**e**) from South America, mimic dead leaves. (**f**) This is not the front end of a snake but the back end of a caterpillar. Its ancestors survived because a significant number of would-be predators were frightened by the resemblance.



b

a الألوان الساطعة لذكر طائر الدُّرْجة [أو الدُّراج أو التَّدرُج] قد انتجبتها أجيال الإناث./ **b** انتخاب جنسي آخر تحت الماء. ذكور سمك جوبي **guppies** في المياه الخالية من المفترسين حرة في تطوير ألوان وضيئة للغاية تجذب المفترسين في الظروف العادية. وكما مع الزهور وورق التوليب [الخزامى من فصيلة الزنبقيات] فقد انخرط المربّون البشر في الأمر وأخذوا هذا الميل إلى جهة أبعد. فهذه النوعية من أسماك جوبي تعيش في الأحواض المائية./ c الخطر يكمُن في الجمال. حشرة من نوع فرس النبيّ أو جمل اليهود (سميت بأسماء دينية *لأن تلك الحشرة المفترسة لها يدان أماميتان مثنيتان كوضعية الصلاة عند أهل الكتاب*) بنفسجية اللون تقبع منتظرةً الحشراتِ المغواة بالزهرة التي تحاكيها./ **d** حشرة فرس نبي أخرى من نوع يحاكي أوراق الأشجار، وهي هنا حورية (الطور اليافع الطفولي)./ **e** بعض الحيوانات مثل سحلية **gocko** المدارية من أمريكا الجنوبية تُحاكي أوراق الشجر الميتة./ **f** هذا ليس الطرف الأمامي لثعبان، بل الطرف الخلفيّ لسروع (يرقة فراشة). لقد نجا أسلافها لأن عدداً كبيراً من المفترسين المحتملين أخافهم التشابه.



c



d



e



f

a حوريلا في الوسط دليل مدهش على عدم إمكانية التعويل على شهادة شاهد العيان.
(انظر النص ص11).



Figure provided by Daniel Simons. The video depicted in this figure is available as part of a DVD from Viscog Productions (http://www.viscog.com).



b يقول الخلقيون: لو أنّ التطور صحيح، فلماذا العالم ليس مليئاً بالبط التمساحيّ والقرود الضفدعية وأفراس النهر الكلبية؟ احتفالاً بهذه الجدلية الخابطة (انظر النص ص95) صنع لي Josh Timonen بتلطف منه ربطة عنق عليها "بط تمساحيّ"، لأرتديها تكريماً للخلقيين في كل مكان!

c طُعم مُغرٍ لاصطياد خَلقيّ متحمِّس (انظر النص ص96)





Is it a monkey? Is it a lemur? It's Superlink! *Darwinius masillae* has been classified as an Adapid primate, and it certainly lies somewhere close to the ancestry of anthropoids, but to say that 'this transitional species finally confirms Charles Darwin's theory of evolution' is ridiculous. Darwin's theory was confirmed long ago, and in any case applies to all living creatures, not just our own close relatives. This fossil has been described as the 'eighth wonder of the world', but the real wonder is the tightly orchestrated and bizarrely exaggerated hype that attended its discovery: 'the most important find for 47 million years'; a 'global event' that 'changes everything'; the 'first ever link to human beings'; the impact of its publication will be 'just like an asteroid hitting the Earth'. Preposterous nonsense, but it is a beautiful fossil which will certainly shed some light on our ancestry, and that is a good enough reason for picturing it here.

هل هو قرد؟ أم هو ليمور؟ إنه حلقة انتقالية! لقد صُنِّفَ *Darwinius masillae* كرئيسيّ من نوع **adapid**، وإنه يقع بالتأكيد في موضع ما من العلاقات لصيق إلى أنواع البشرانيين **anthropoids** (الأنواع البشرية من البشر الحالي وأشباه البشر الأسلاف والأقارب)، لكن القول بأن ذلك النوع الانتقاليّ قد أكّد أخيراً نظرية تشارلز داروين عن التطور سخيف. فقد أُكِّدَت نظرية داروين منذ زمن طويل، وهي على أية حال تنطبق على كل الكائنات الحية، وليس فقط أقاربنا الوثيقين. لقد وُصِفَت هذه المتحجرة بأنها "أعجوبة العالَم الثامنة"، لكن الأعجوبة الحقيقية هي المبالغة العلامية المنظمة والمبالغ فيها على نحو غريب وبإحكام التي رافقت اكتشافها بحمل على غرار: "أهم لقية منذ 47 مليون سنة" و"الحدث العالمي الذي غيَّر كل شيء" و"أول حلقة على الإطلاق مع الكائنات البشرية". إنه انعدام منطق غير معقول، لكنها متحجرة جميلة سوف تلقي بعض الضوء يقيناً على أسلافنا، وهذا سبب جيد على نحو كافٍ لوضع صورة لها هنا.







[redacted]

a الحقبة الديفونية عندما كانت اليابسة تنتظر_مليئةً بالوعد_خروج الأسماك من الماء.

b & c جسّد هذه النقلة الضخمة المتحجرة المكتشَفة في ثلوج كندا التيكتاليك Tiktaalik، ضمن سلسلة النماذج الانتقالية العديدة هذه النقلة ما اكتُشِف منها وما ينتظر أن يُكتشَف بعدُ من "الحلقات المفقودة".

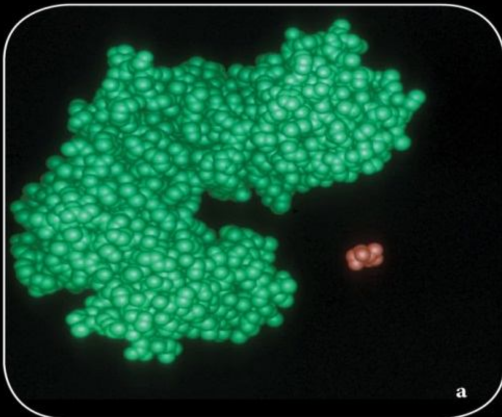
d لكنْ ليس كل الحيوانات التي عاشت على اليابسة من أحفاد هذه الانتقالة بقَوْا هناك: تخراف البحر manatees (في الصورة d مع أطفالها الرضّع) وe الأطُم dugongs (في الصورة e) [ينتميان كلاهما ويدعيان برتبة لسيرينات أو خيلاليات، بسبب تشابهها المزعوم مع حوريات البحر الأسطورية: كما لاحظ البحّارة القدماء المحرومون جنسياً] عادوا إلى الماء.

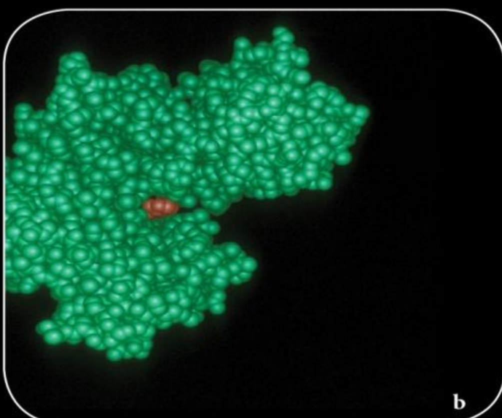
f وبعض المجموعات كما تقترح حفرية *Odontochelys semitestacea* الترسة أو السلحفاة البحرية البدائية عديمةالصدفة العلوية عادت إلى الماء: وربما تكون حتى قد قامت بعودة أخرى إلى اليابسة لاحقاً.

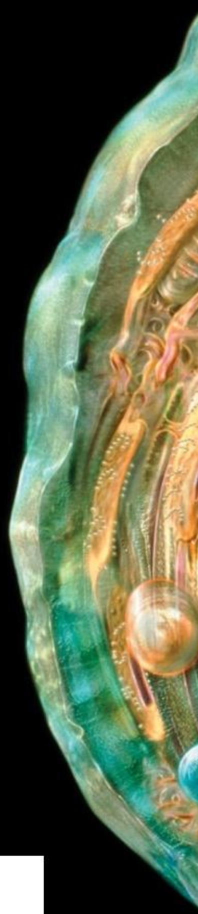

d


e


f







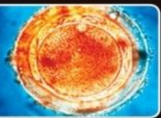
a & b الجزيء الأخضر الكبير هو الـhexokinase، إنزيم يعالج الجلوكوز (الجزيء البني الصغير) بإضافة الفوسفات إليه. في الصورة a يشد "الفكّان" (أو الموقع النشط في الإنزيم) ويمسكان بالجلوكوز. وفي b يُمسِكان به بينما يُضاف الفوسفات، ثم يدعانه.

c حتى خلية واحدة تكون معقدة على نحو مذهل يأسر الأنفاس. فهي أبعد ما تكون عن مجرد حقيبة مليئة بالسائل، فالخلية مزودة بأجهزة ضئيلة متقنة وأحزمة ناقلة جزيئية. إن المفتاح لفهم كيف رُكِّبَ تعقيدٌ كهذا هو أنه كله تم موضعياً، بموجودات صغيرة تتبع قواعد موضعية.



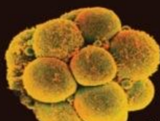
c

مراحل في التنمي الجنيني البشري: a خلية البيضة الملقَّحة أو الزيجوت [المشيج بالعربية]. b تنقسم إلى اثنتين. c ثم أربعة فثمانية. d ثم ستة عشر. كلٌّ دونَ أي زيادة في الحجم الكليّ. e عند عشرة أيام ينغرس الجنين في جدار الرحم. f عند 22 يوماً يبدأ الأنبوب العصبي في التكون. g عند 24 يوماً. h عند 25 يوماً يشابه الجنين سمكة ضئيلة. الوجه يتشكّل، والحفرتان الضئيلتان قرب مؤخرة الرأس هي الأذنان الجنينيتان.


a

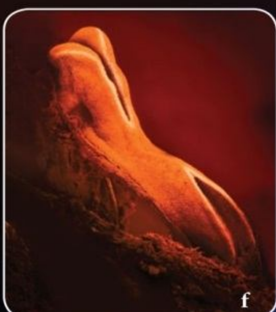

b

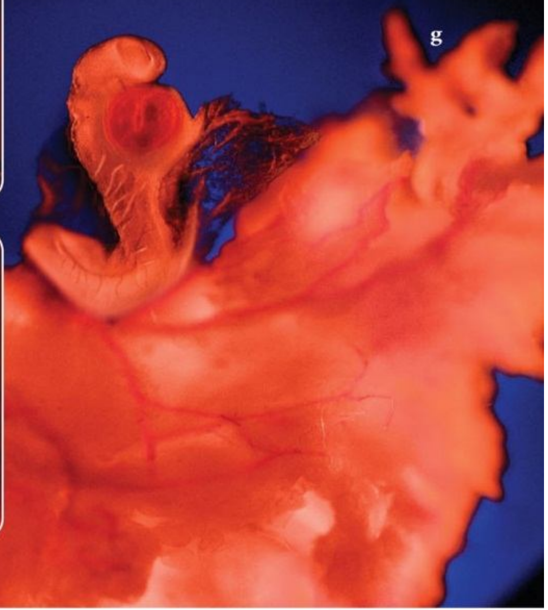

c

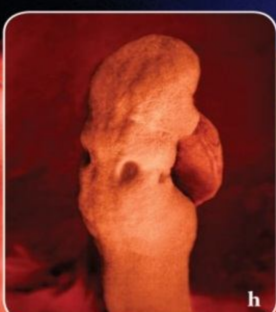

d


e

Stages in human development. The fertilized egg cell or zygote (**a**) splits into two (**b**), then four, then eight (**c**), then sixteen (**d**), all without any increase in total size. At ten days, the embryo implants into the wall of the uterus (**e**). At twenty-two days the neural tube begins to form (**f**). At twenty-four days (**g**) the embryo resembles a tiny fish. At twenty-five days (**h**) the face is forming. The little holes near the back of the head are the embryonic ears.


f


g


h

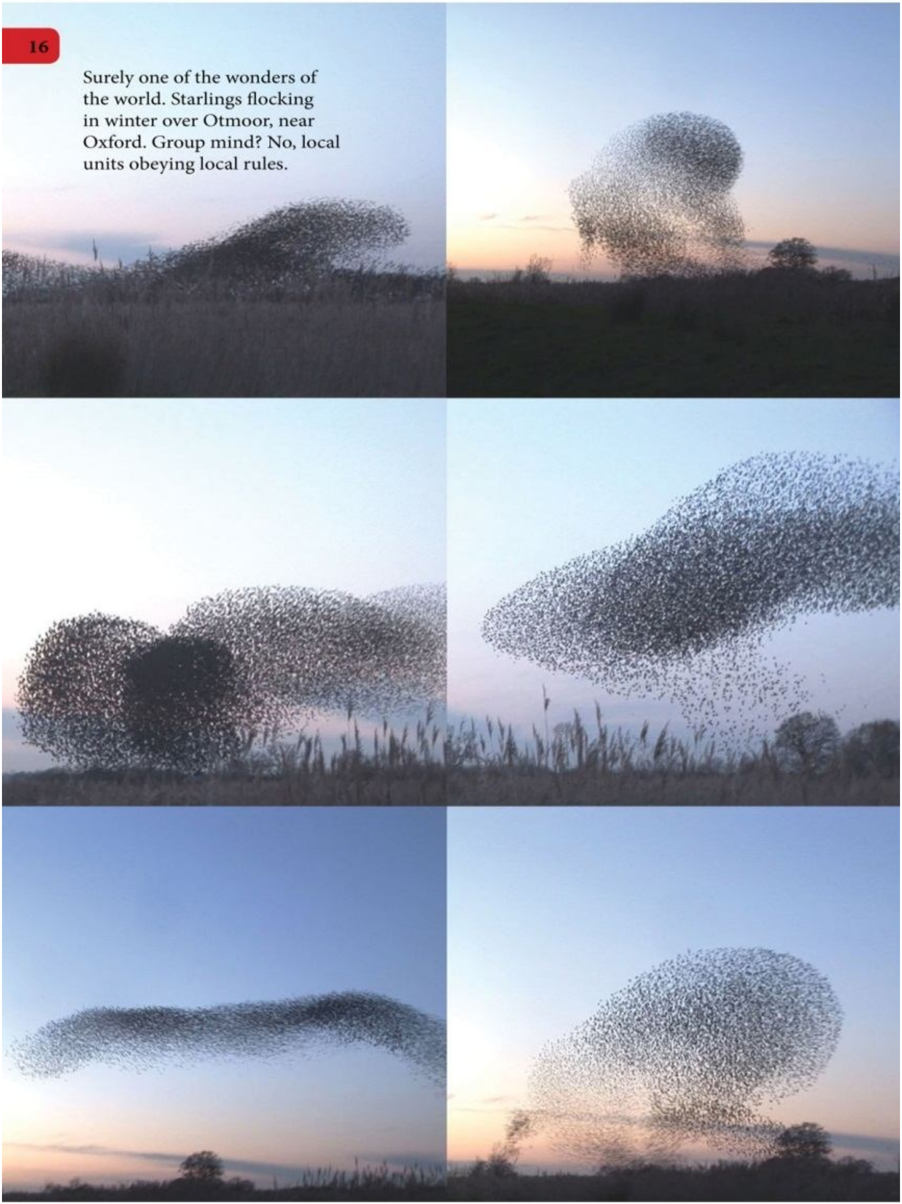
i عند 5 إلى 6 أسابيع. يبدأ الجنين في أن يبدو مثل طفل رضيع ويستمر في النمو، بنسب مختلفة [لأجزاء الجسد] حتى الميلاد. j, k, l & m وما بعد ذلك.



At five to six weeks (**i**) the embryo is starting to look like a baby and it continues to grow, with changing proportions, until birth (**m**) and beyond.

بالتأكيد إحدى عجائب العالم. أسراب الزرازير المحتشدة في الشتاء فوق Otmoor قرب أوكسفورد. عقل جمعيّ؟ لا، بل وحدات موضعية تتبع قواعد موضعية.

16



Surely one of the wonders of the world. Starlings flocking in winter over Otmoor, near Oxford. Group mind? No, local units obeying local rules.

صَدْع سان أندرياس، شق عظيم على طول كاليفورنيا. يوماً ما سيصير الجزء الغربيّ من الولاية معBaja كاليفورنيا جزيرة في المحيط الهادئ

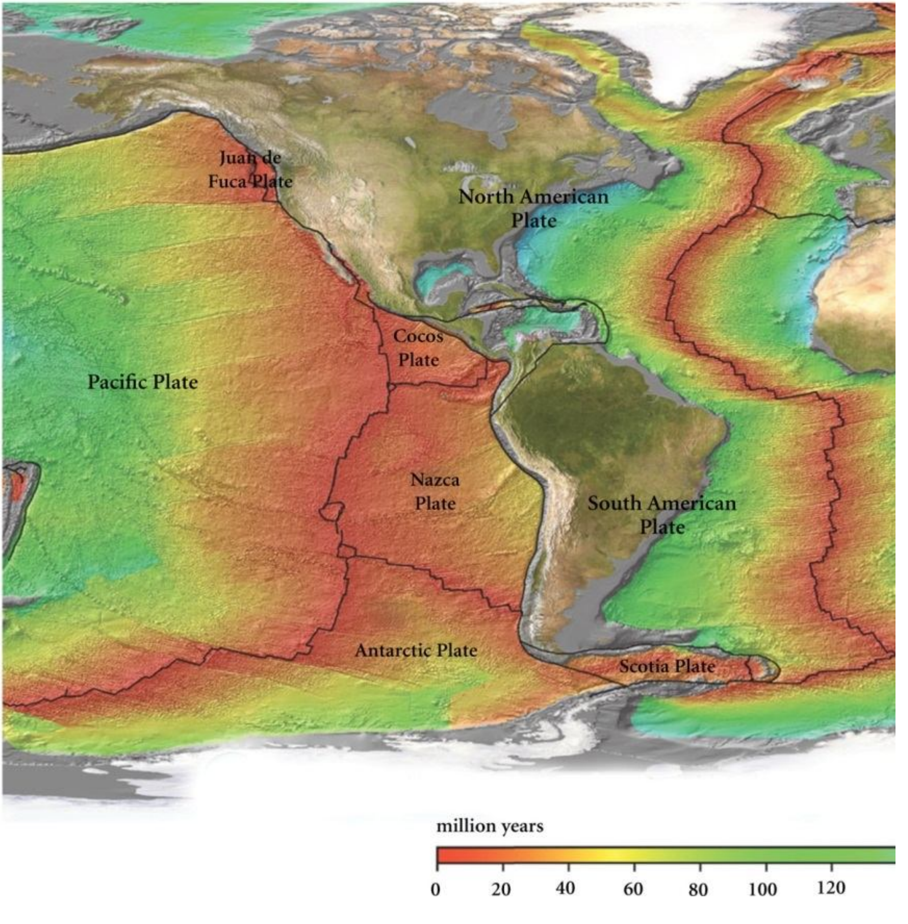


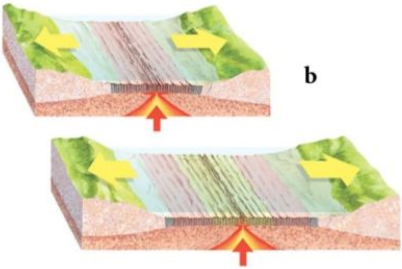
The San Andreas Fault, a great gash up the length of California. One day the western part of the state, with Baja California, will be an island in the Pacific.

a ألوان ترمز إلى أعمار الصخور تحت البحر. تتخذ الغواصة الافتراضية (الخاصة بالفصل التاسع) مساراً باتجاه الشرق من بروز البرازيل، وصولاً إلى الصخور الحديثة في قمة بروز منتصف الأطلسي في منتصف الطريق./ b انبساط سطح البحر/ c تيارات الانتقال الحراري العميقة والبطيئة التي تؤدي إلى تحركات لصفائح.

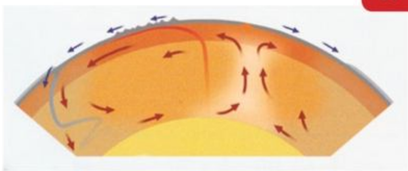
(**a**) Colour coding the age of the rocks under the sea. Chapter 9's hypothetical submarine sets a course due east from the bulge of Brazil, reaching the young rocks of the mid-Atlantic ridge halfway across. (**b**) Sea-floor spreading and (**c**) the deep and slow convection currents that drive the movements of the plates.

a

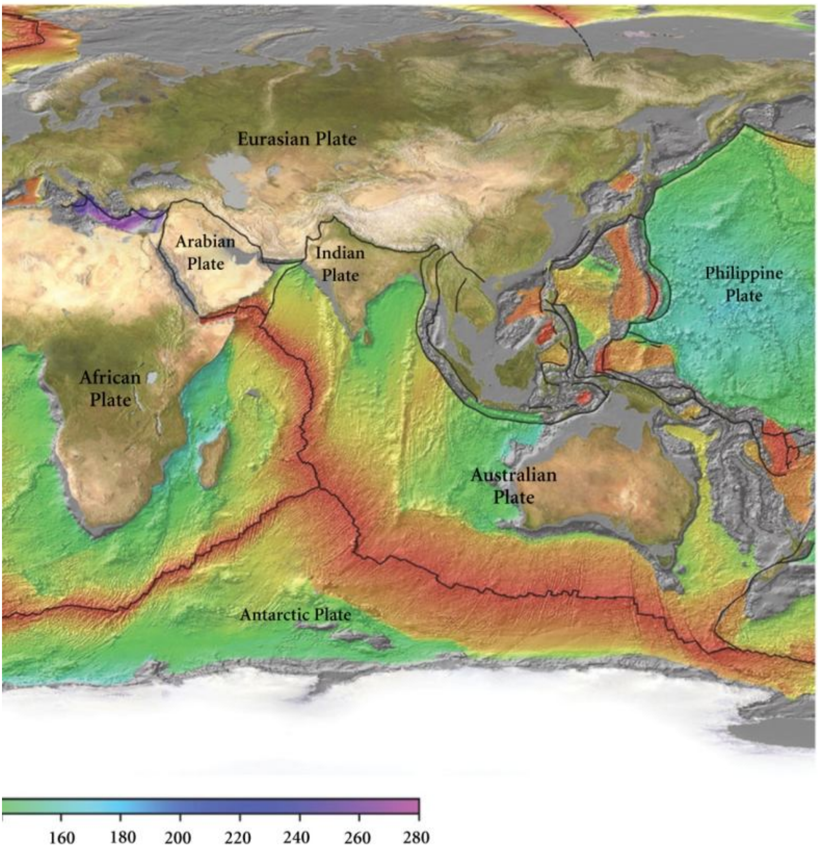




b



c


Eurasian Plate
Arabian Plate
Indian Plate
Philippine Plate
African Plate
Australian Plate
Antarctic Plate
160
180
200
220
240
260
280

a منطقة **caldera** على جزيرة فرناندينا **Fernandina** أحدث جزر جالاباجوس عمراً وأكثرها نشاطاً بركانياً./b صورة جوية لأرخبيل جالاباجوس، تُظهِر الخضوةَ على الأراضي العالية (البراكين) ويُظهِر اللون الغامق المستويات الأرضية الحمَبية./c بجع جزر جالاباجوس يغوص لصيد السمك. يحمل هذا النوع الفرعي للبجع البني اسم **urinator**./ d إجوانا جالاباجوس البحرية تسبح، هذه العادة فريدة بين السحالي.



تتنوّع السلاحف البرية لجالاباجوس من جزيرة إلى أخرى. فالشكل المسنَّم أو المُسرَّج في الصورة e_بخلاف شكل القبة للسلاحف العاشبة في الصورة f_يميز للجزر التي ترعى فيها السلاحف على الصباريات ولذلك تحتاج أن تمط رقابها عالياً./ gمظهر جالاباجوسيّ نموذجيّ: بجع جالاباجوس البني، وبطريق جالاباجوس (البطريق الوحيد الذي وصل إلى نصف كرة الشمالي)، وسرطانات [كابوريا] Sally lightfoot قدم سالي الوضيئة على الصخور السوداء الحُمَمية.





Galapagos: young showcase of evolution?

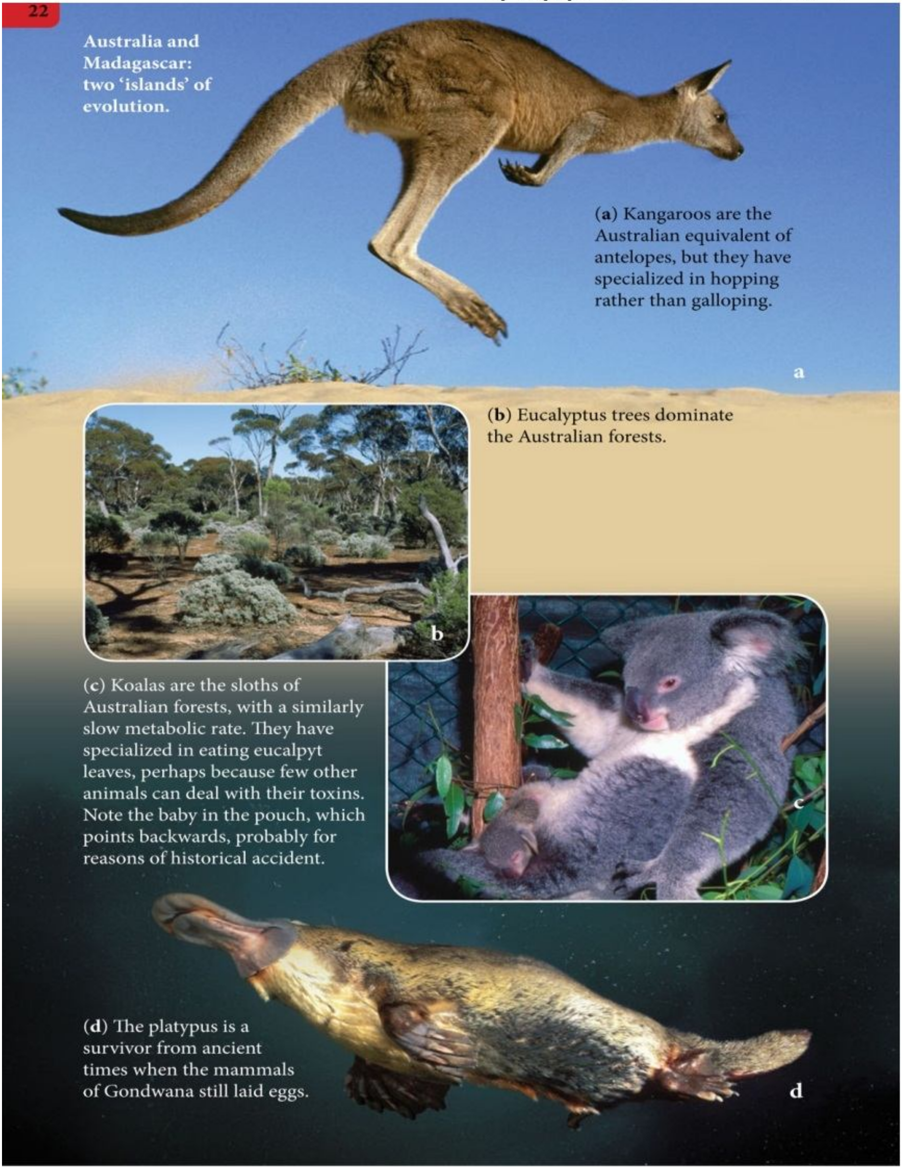
(**a**) Caldera on Fernandina, youngest and most volcanically active of the Galapagos islands. (**b**) Aerial view of Galapagos, showing the green of the highlands (volcanoes) and the dark colour of the lava plains. (**c**) Galapagos pelican plunge-diving for fish. This Galapagos sub-species of the brown pelican bears, for some reason, the sub-specific name *urinator*.

(**d**) Galapagos marine iguana swimming. This habit is unique among lizards. The giant tortoises of Galapagos vary from island to island. The saddleback shape (**e**), unlike the dome shape of grazing tortoises (**f**), is characteristic of islands where the tortoises browse on cactuses and therefore have to stretch their necks high. (**g**) Typical Galapagos scene. Galapagos brown pelican, Galapagos penguin (the only penguin to reach – just – the Northern Hemisphere) and 'Sally Lightfoot' crabs on black lava rocks.



أستراليا ومدغشقر جزيرتان تطوريتان

aالكناغر هم المكافئ الجرابيّ الأستراليّ للظباء، لكنهم تخصّصوا في الوثب بدلاً من العدو./ b تسود أشجار الإيوكاليبتُس Eucalyptus في غابات أستراليا./ c حيوانات الكُوالا هم مرادف حيوانات الكسلان الخاصة بالغابات الأسترالية، مع معدّل أيض غذائيّ بطيء على نحو مشابه. لقد تخصصت في أكل أوراق الإيوكاليبتُس، ربما لأن حيوانات قلائل أخرى يمكنهم التعامل مع سمومها. لاحظ الأطفال الرضّع في الكيس الذي يتجه إلى الخلف، على الأرجح لأسباب تتعلق بالصادفة التاريخية التطورية [الإرث التطوري]. d الـplatypus البلاتيبوس [مسطّح القدم أو منقاريّ الفم] هو ناجٍ من الأزمنة القديمة حينما كانت ثدييات قارة جُندوانا Gondwana لا تزال تضع بيضاً (ثدييّ أوليّ أو بدائيّ).



Australia and Madagascar: two 'islands' of evolution.

(**a**) Kangaroos are the Australian equivalent of antelopes, but they have specialized in hopping rather than galloping.

(**b**) Eucalyptus trees dominate the Australian forests.

(**c**) Koalas are the sloths of Australian forests, with a similarly slow metabolic rate. They have specialized in eating eucalpyt leaves, perhaps because few other animals can deal with their toxins. Note the baby in the pouch, which points backwards, probably for reasons of historical accident.

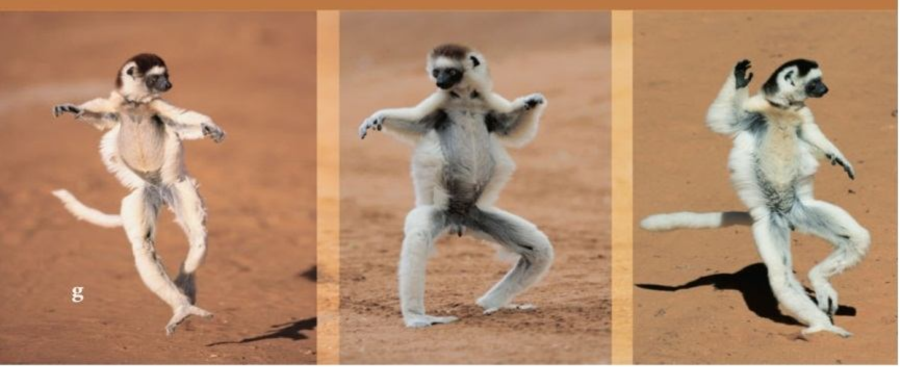
(**d**) The platypus is a survivor from ancient times when the mammals of Gondwana still laid eggs.

e الليمور مخطَّط الذيل. لو كانت سفينة البيجل قد زارت مدغشقر بدلاً من أرخبيل جالاباجوس، هل كنا سنتحدّث اليوم عن 'ليمورات داروين'؟/ f هل الأشجار من نوع Martina trees أغرب على الإطلاق من أشجار الباأوباب baobab المدغشقرية العملاقة عريضة الجذع؟/ g ربما نوعي المفضَّل في كل العالم: ليمور السيفاكا Sifaka الراقص.





(e) Ringtailed lemur. If the *Beagle* had visited Madagascar instead of Galapagos, would we now speak of 'Darwin's lemurs'? (f) Would Martian trees be any more strange than this Madagascan baobab? (g) Possibly my favourite species in all the world: the dancing sifaka.

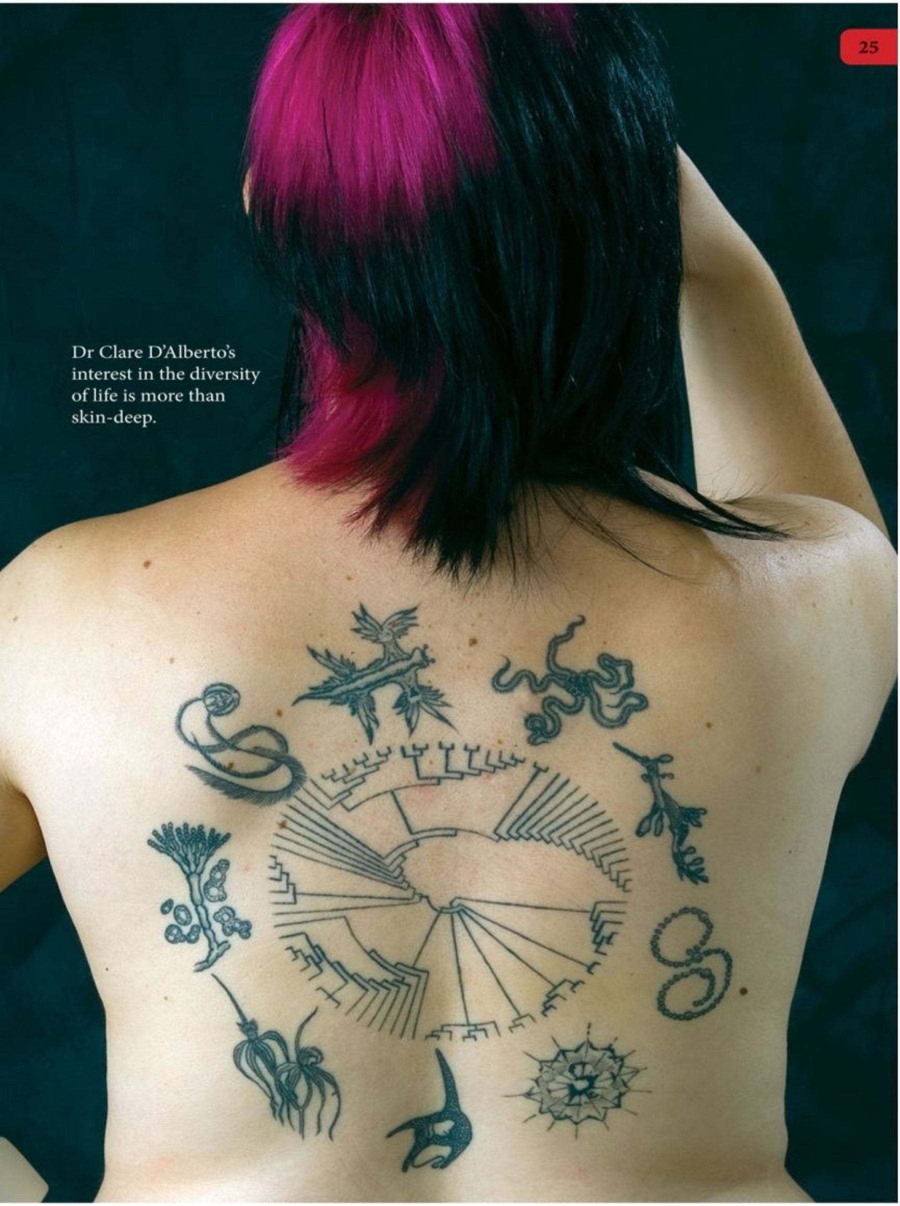


لا تضحك على رفع القدم، في الاستعراضات المتباهية لطائر الأطيش booby أزرق القدمين، إنها تثير إعجاب طيور الأطيش الأخرى [من الإناث]، وهذا هو كل ما يهم.



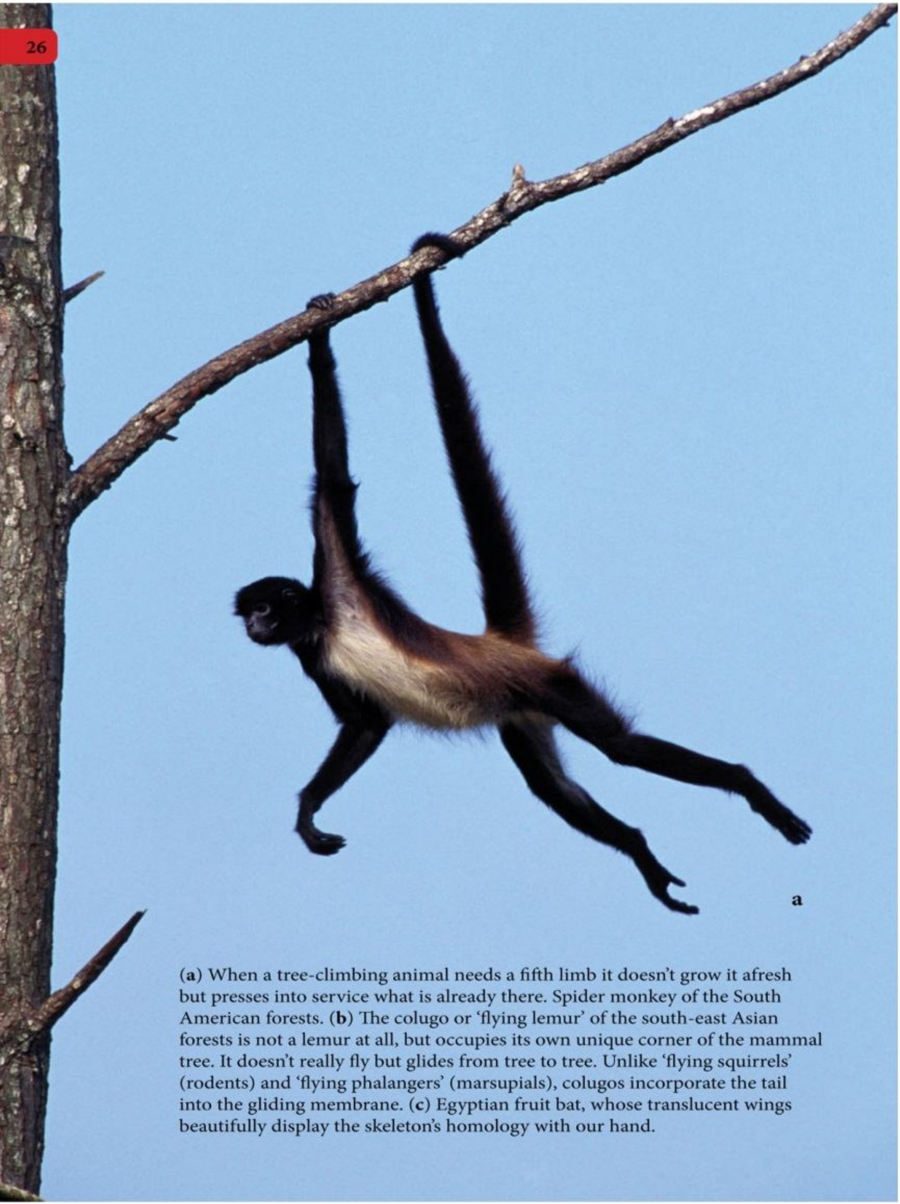
Don’t laugh at the foot-raising, sky-pointing displays of the blue-footed booby. They impress other boobies, and that is all that matters.

الدكتورة Clare D'Alberto تهتم بتنوع الحياة أكثر من اهتمامها بالوشم.



Dr Clare D'Alberto's interest in the diversity of life is more than skin-deep.

a عندما يحتاج حيوان متسلق للأشجار إلى طرف خامس فإنه لا ينمّيه من جديد بل يضع في الخدمة ما هو موجود بالفعل. صورة للقرد العنكبوتيّ الخاص بغابات أمِركا الجنوبية.



a

(**a**) When a tree-climbing animal needs a fifth limb it doesn't grow it afresh but presses into service what is already there. Spider monkey of the South American forests. (**b**) The colugo or 'flying lemur' of the south-east Asian forests is not a lemur at all, but occupies its own unique corner of the mammal tree. It doesn't really fly but glides from tree to tree. Unlike 'flying squirrels' (rodents) and 'flying phalangers' (marsupials), colugos incorporate the tail into the gliding membrane. (**c**) Egyptian fruit bat, whose translucent wings beautifully display the skeleton's homology with our hand.

b الـcolugo أو "الليمور الطائر" الخاص بغابات جنوب شرق آسيا ليس بليمور على الإطلاق، بل يشغل مكانه الفريد من شجرة الثدييات. إنه لا يطير في الحقيقة بل يتزلّق من شجرة إلى أخرى. وبخلاف "السناجب الطائرة" (نوع من القوارض) والفَلانجرات الطائرة phalangers (جرابيات)، فإن حيوانات الكولوجو تدمج الذيل في غشاء التزلج./ c خفاش فاكهة مصري، والذي يعرض جناحاه نصف الشفافين على نحو رائع تناظر هيكلهما مع الخاص بيدينا.



الأجنحة المربوعة [القصيرة الغليظة] لهذه الطيور غير الطائرة تُفشي على نحو لا لَبس فيه تحدرهن من أسلاف طائرة. a النعام لا يزال يستعمل جناحيه، لكن فقط للتوازن والأغراض الاجتماعية كعروض التزاوج وإرهاب الأعداء./ b طير غاق جالاباجوس غير الطائر، لا يزال يحتفظ بجناحيه عديمي الفائدة لتجفيف نفسه، مثل أقاربه الطائرين المألوفين أكثر. وهو صيّاد تحت الماء بارع. وفي الصورة c لكنْ على عكس البطاريق، فهو لا يستعمل جناحيه للسباحة بل يدفع نفسَه بدفعات قوية من قدميه الكبيرتين الغشائيتين./ d "على نحوٍ محزن"، وفقاً لـDouglas Adams "يبدو أن الكاكابو لم ينسَ فحسب كيفية الطيران، بل نسي أيضاً أنه قد نسي كيفية الطيرانفعلى نحو واضح، فإن ببغاء كاكابو مخوَّفاً بشدة أحياناً ما يجري ويقفز من شجرة، حيث يطير كقطعة قرميد ويهبط في تكوم غير رشيق على الأرض."


a


b

The stubby wings of these flightless birds unequivocally betray their descent from flying ancestors. Ostriches (**a**) still use their wings, but only for balance and social purposes. The Galapagos flightless cormorant (**b**) still hangs its useless wings out to dry, like its more familiar flying cousins. It is an expert underwater fisher (**c**) but, unlike penguins, it doesn't use its wings to swim but propels itself along with vigorous thrusts of its large, webbed feet. (**d**) 'Sadly,' according to Douglas Adams, 'not only has the kakapo forgotten how to fly, but it has also forgotten that it has forgotten how to fly. Apparently a seriously worried kakapo will sometimes run up a tree and jump out of it, whereupon it flies like a brick and lands in a graceless heap on the ground.'


c


d

e الأجنحة عبء تحت الأرض، وهذا هو على الأرجح سبب كون النملات العاملات لا تُنمّيهم. الشهادة المؤلمة على هذا تقدّمها ملكات النمل، واللاتي يستعملن أجنحتهن مرة واحدة، خارج عش نشأة الواحدة منهن، لتجد عشيراً، ثم تهبط لتحفر حفرة لعش جديد.حينما تبدأ حياتها الجديدة تحت الأرض فإن أول ما تفعله هو فقدان أجنحتها، في بعض الحالات بقطعها بالعض حرفياً./ f الحيوانات قاطنة الكهوف، مثل هذا النوع من السمندر عادةً ما تكون عيناه بيضاوان جداً، لكن رغم أنهن لا يستعملنها في الكهوف المظلمة، فلماذا "يزعجن" أنفسهن باختزال عينيهن؟ انظر النص ص222./ g الدلافين الثديية تشابه ظاهرياً سمكاً كبيراً سريع السباحة، مثل "السمك الدولفينيّ" أو الدورادو dorado، لأنهما يدبران حياتيهما بأساليب متشابهة.

29



f



e

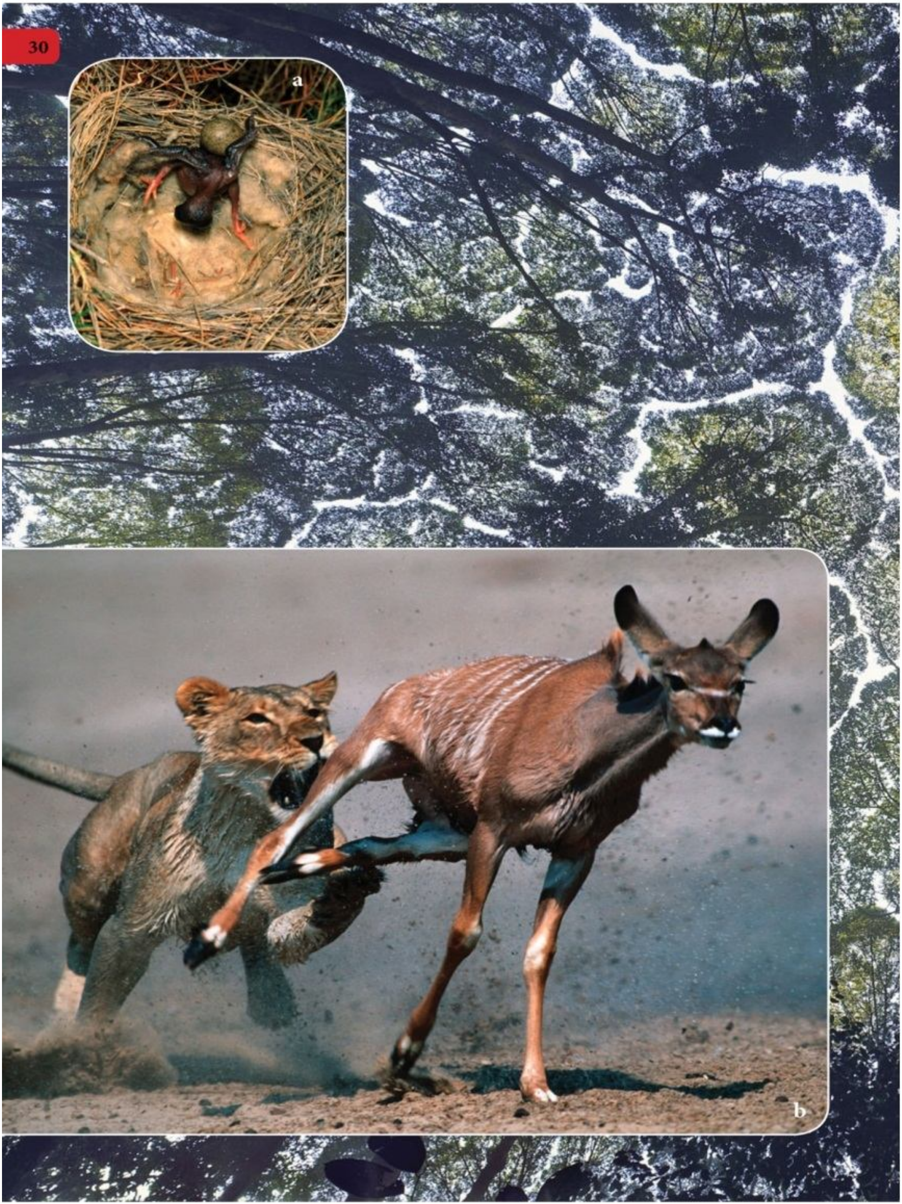
(**e**) Wings are a burden underground, which is probably why worker ants don't grow them. Poignant testimony to this is provided by queen ants, who use their wings once only, to fly out of the natal nest, find a mate, and then settle down to dig a hole for a new nest. As they begin their new life underground the first thing they do is lose their wings, in some cases by literally biting them off. (**f**) Cave-dwelling animals, like this salamander, are very often white. But, even though they don't use them in the dark caves, why do they 'bother' to reduce their eyes? See text p. 351. Mammalian dolphins (**g**) superficially resemble large, fast-swimming fish, like the 'dolphin fish' or dorado, because they make their living in a similar way.



g

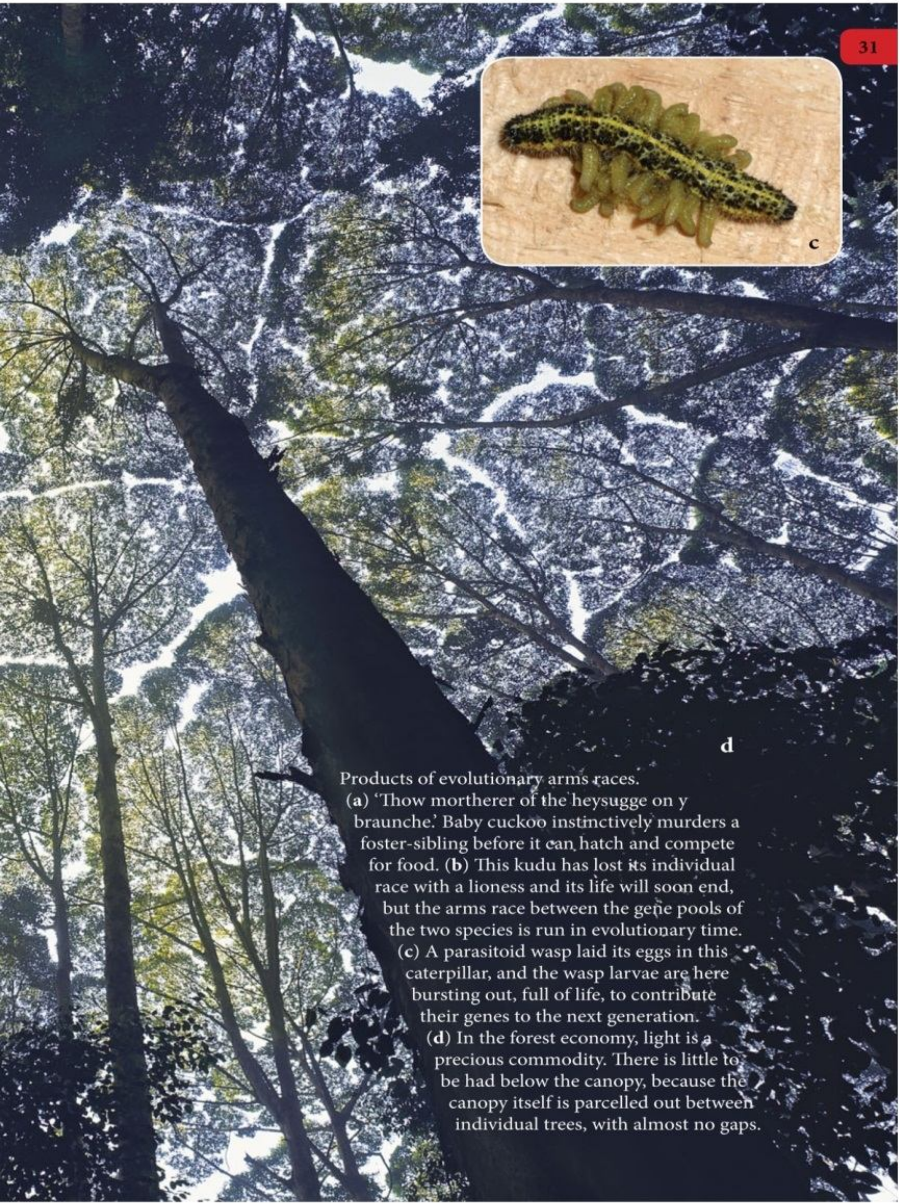
منتجات سباق التسلح التطوريّ:

a فرخ وقواق يقتل على نحو غريزيّ فروخ العش الحقيقيين قبل أن يتمكنوا من الفقس والمنافسة على الطعام./ b لقد خسر ظبي الـkudu هذا سباقه الفرديّ مع لبوءة وستنتهي حياته سريعاً، لكن سباق التسلح بين الحوضين الجينيين للنوعين يُجرّى في الزمن التطوريّ.



c دبور متطفل يضع بيضه في هذا اليسروع [يرقة الفراشة]، وهنا في الصورة تخرج يرقات الدبور، مليئةً بالحياة، لتساهم بجيناتها في الجيل التالي./ d في اقتصاد الغابة، الضوء سلعة ثمينة. القليل جداً ما يتبقّى منه تحت مظلة الأشجار، لأن المظلة نفسها مقسّمة بين أفراد الأشجار، دون فراغات تقريباً.

c

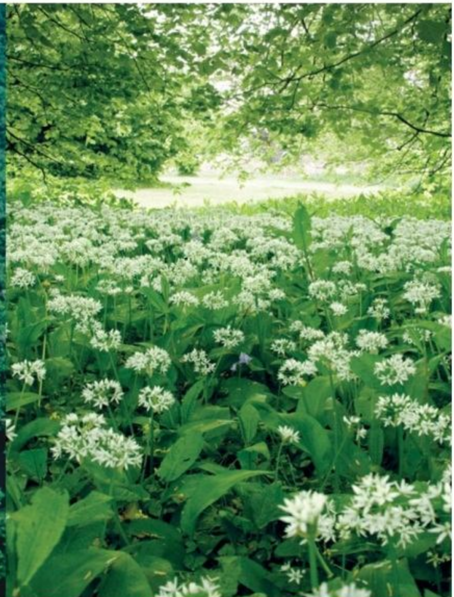


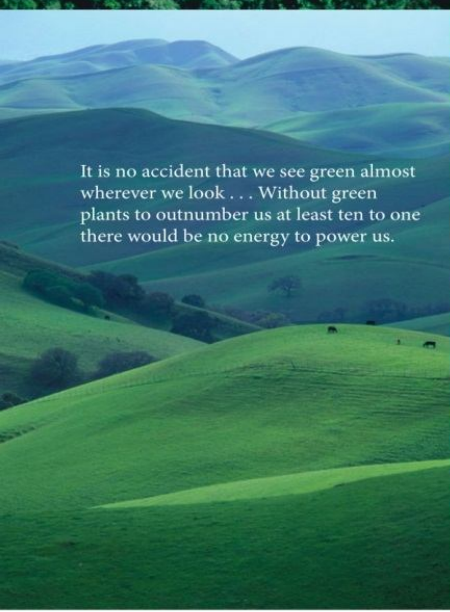
d

Products of evolutionary arms races. (**a**) 'Thow mortherer of the heysugge on y braunche.' Baby cuckoo instinctively murders a foster-sibling before it can hatch and compete for food. (**b**) This kudu has lost its individual race with a lioness and its life will soon end, but the arms race between the gene pools of the two species is run in evolutionary time. (**c**) A parasitoid wasp laid its eggs in this caterpillar, and the wasp larvae are here bursting out, full of life, to contribute their genes to the next generation. (**d**) In the forest economy, light is a precious commodity. There is little to be had below the canopy, because the canopy itself is parcelled out between individual trees, with almost no gaps.

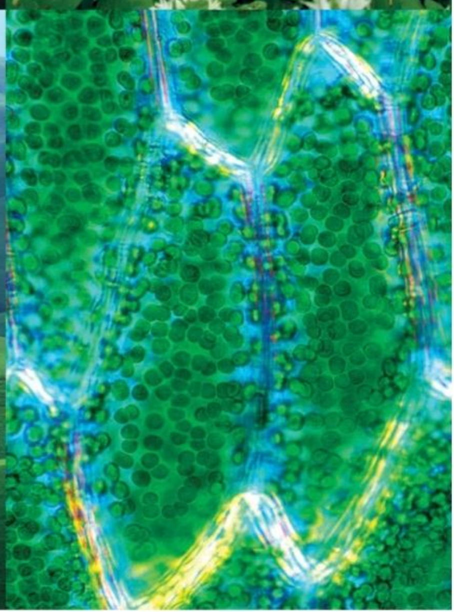
إنها ليست مصادفة أننا نرى خضرة أينما ننظر تقريباً..فبدون النباتات الخضراء لما كان هناك طاقة لتمدنا.





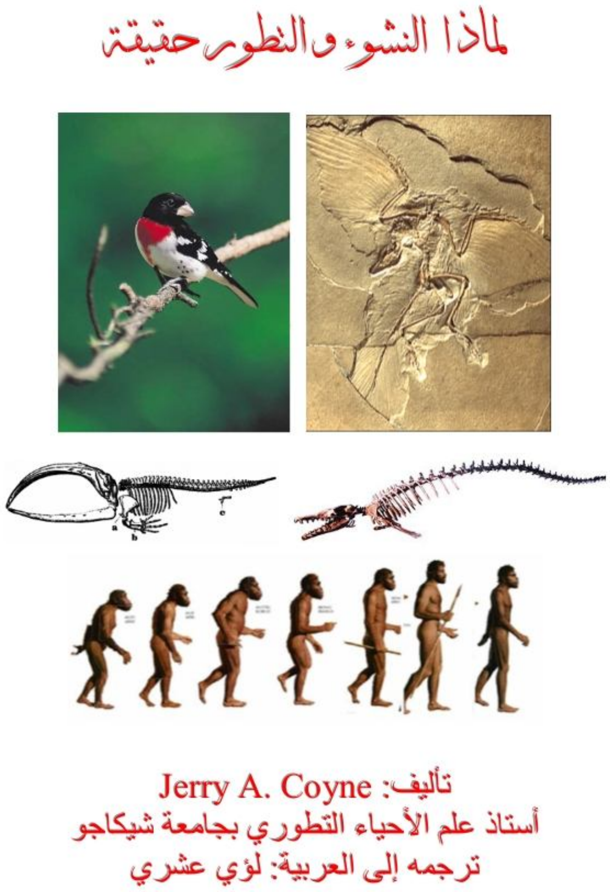


It is no accident that we see green almost wherever we look . . . Without green plants to outnumber us at least ten to one there would be no energy to power us.



كتب ومترجمات أخرى للؤي عشري، للتحميل مجاناً من الإنترنت:

لماذا النشوء والتطور حقيقة_لـ Jerry A. Coyne



http://www.mediafire.com/download/c6t5x33v1kpcu6b/%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%B0%D8%A7+%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%B4%D9%88%D8%A1+%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B7%D9%88%D8%B1+%D8%AD%D9%82%D9%8A%D9%82%D8%A9.pdf

أصول أساطير الإسلام من الهاجادة والأبوكريفا اليهودية_إصدارة موثّقة بالمراجع اليهودية ومع كتب السنة والشيعة



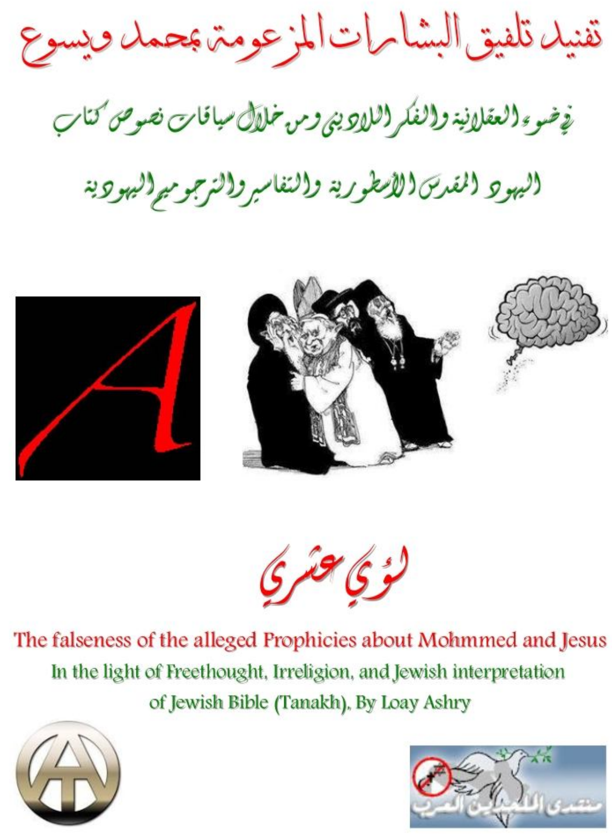
http://www.mediafire.com/download/bddzadmecfuz8y3/%D8%A3%D8%B5%D9%88%D9%84+%D8%A3%D8%B3%D8%A7%D8%B7%D9%8A%D8%B1+%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%B3%D9%84%D8%A7%D9%85+%D9%85%D9%86+%D8%A7%D9%84%D9%87%D8%A7%D8%AC%D8%A7%D8%AF%D8%A9+%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%A8%D9%88%D9%83%D8%B1%D9%8A%D9%81%D8%A7+%D8%A7%D9%84%D9%8A%D9%87%D9%88%D8%AF%D9%8A%D8%A9.pdf

أصول أساطير الإسلام من الأبوكريفا المسيحية والهرطقات_إصدارة بكتب السنة والشيعة



http://www.mediafire.com/download/o2tpcyoczdk6vy8/%D8%A3%D8%B5%D9%88%D9%84+%D8%A3%D8%B3%D8%A7%D8%B7%D9%8A%D8%B1+%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%B3%D9%84%D8%A7%D9%85+%D9%85%D9%86+%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%A8%D9%88%D9%83%D8%B1%D9%8A%D9%81%D8%A7+%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D9%8A%D8%AD%D9%8A%D8%A9+%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%87%D8%B1%D8%B7%D9%82%D8%A7%D8%AA.pdf

تفنيد البشارات المزعومة بمحمد ويسوع في الكتاب اليهوديّ المقدس



http://www.mediafire.com/download/28c721c81hbauwl/%D8%AA%D9%81%D9%86%D9%8A%D8%AF+%D8%AA%D9%84%D9%81%D9%8A%D9%82+%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%B4%D8%A7%D8%B1%D8%A7%D8%AA+%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B2%D8%B9%D9%88%D9%85%D8%A9+%D8%A8%D9%85%D8%AD%D9%85%D8%AF+%D9%88%D9

نقد الكتاب اليهوديّ المقدس (التاناخ أو العهد القديم)

http://www.mediafire.com/download/23nkbzbmq8txdb2/%D9%86%D9%82%D8%AF+%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%87%D8%AF+%D8%A7%D9%84
%D9%82%D8%AF%D9%8A%D9%85_%D9%85%D8%B1%D8%B4%D8%AF+%D8%A5%D9%84%D9%89+%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%84%D8
%AD%D8%A7%D8%AF.pdf

نقد الكتاب المقدس (العهد القديم، العهد الجديد، الأسفار القانونية الثانية) ثلاث كتب في ملف مضغوط

http://www.mediafire.com/download/vvu1i33lbjb9c6o/%D9%86%D9%82%D8%AF+%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%A7%D8%A8+%D8%A7
%D9%84%D9%85%D9%82%D8%AF%D8%B3_%D9%84%D8%A4%D9%8A+%D8%B9%D8%B4%D8%B1%D9%8A.rar

إهداء من المترجم

لاشك أنه لا علاقة بين العلم والاعتقادات فلا يجب الخلط بين العلوم والعقائد، وهناك مؤمنون يكيِّفون فهمهم للدين مع تصديقهم بحقيقة النشوء والتطور العلمية، ومع ذلك بشكل شخصيّ أهدي هذا الكتاب لكل المفكرين الأحرار الشجعان من العرب وكل المناطق الدينية الاستبدادية الذين كانت وتكون لهم الجرأة على المواجهة والتضحية بإعلان أفكارهم وآرائهم وحريتهم، وإهداء خاص لكل فتاة مصرية وعربية تعرضت لاضطهاد أسرتها المسلمة أو المسيحية بسبب ممارستها للحياة الإلحادية والبحث عن الكتب والمعلومات المحجوبة ونبذ الخرافات البالية ممن تعرضن للعنف والإدخال لمستشفيات الأمراض العقلية بسبب اعتقاداتهن، وإهداء خاص كذلك لكل المنتجين فكرياً من لاديني العرب كتابةً وترجمةً، ولفرسان الترجمة على موقع يوتيوب، ولكل من ببرنامج البط الأسود، لعل جهودنا يوماً ما تنير العقول والسبيل إلى المستقبل وتمحق ظلم الحكومات الاستبدادية الحاكمة بالدين وأوهامه وتواكله وعزائه الأخروي الخيالي الوهمي، وتزيل التقاليد البالية والتخلف والرجعية. نحلم بيوم في المستقبل بعد انتهاء أعمارنا بكثير جداً نكون نحن فيه الأكثرية بأرض العرب والشرق أو نصف السكان، نحن الأقلية من أفراد قلائل ببلدان بلا ثقافة اليوم ومع ذلك نشكل تهديداً لعقلية الخرافة حتى كتبوا عنا في الجرائد وذكرونا في القنوات وزعموا أننا بمصر ثلاثة ملايين وهو حديث خرافة فنحن لن نتعدى اليوم بأحسن الأحوال مئات أو آلاف من المفكرين وسط مجتمع منحدر التعليم ومنعدم الثقافة إجمالاً وشمولي وديني الطبيعة إلى درجة الهوس والتناقض والشكلية دون الجوهر، وقد أصاب بابا الأرثوذكس في تقديره لعددنا في أحد تصريحاته بأننا قليلون جداً بمصر، نتمنى أن تنتهي الدائرة الفكرية الهوسية التي أُغلِقت على عقول معظم العرب، وتنتهي حركات الإرهاب والظلام وسفك الدماء والتفرقة العنصرية كالإخوان وداعش والقاعدة وتنظيمات سيناء وأبي سياف وبوكو حرام وشباب الصومال وولاية فقيه إيران والمملكة السعودية التي ظهر فيها بصيص نور اللادينية رغم المنع والقمع والحجب وإرهاب دولة إسرائيل وبريطانيا وأمرِكا وكل المجرمين ومغيبي العقول الجهال في أرض العرب وسائر آسيا وأفريقيا والغرب على السواء. ويسود السلام يوماً ما بين كل البشر وبين البشر والطبيعة وكائناتها، وتنتهي الضلالات العقلية والخرافات، فهل يأتي يومٌ مُنتظَرٌ كهذا؟